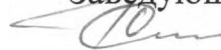


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Г.В. Сакаш

подпись

инициалы, фамилия

« 11 » 06 2018 г.

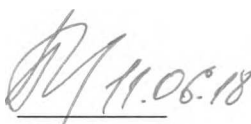
БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Реконструкция системы водоотведения г. Железногорск

Пояснительная записка

Руководитель



подпись, дата

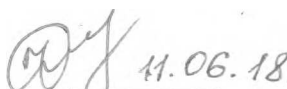
доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

Е.К. Черепова

инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
_____ Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2018 г.

БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Реконструкция системы водоотведения г. Железногорск

Пояснительная записка

| | | | |
|--------------|---------------|---------------------------|---------------------|
| Руководитель | _____ | <u>доцент, к.т.н.</u> | <u>Л.В. Приймак</u> |
| | подпись, дата | должность, ученая степень | инициалы, фамилия |

| | | |
|-----------|---------------|----------------------|
| Выпускник | _____ | <u>Е.К. Черепова</u> |
| | подпись, дата | инициалы, фамилия |

Красноярск 2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Реконструкция системы водоотведения г. Железнодорожск» содержит 70 страниц текстового документа, 23 использованных источника, 6 листов графического материала.

РЕКОНСТРУКЦИЯ, МОДЕРНИЗАЦИЯ, БЕСТРАНШЕЙНЫЙ РЕМОНТ, ОБСЛЕДОВАНИЕ, ИЗНОС, РАСЧЕТ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

Объекты реконструкции - КНС и КОС.

Цели реконструкции:

- снижение энергопотребления; и повышение эксплуатационной безопасности насосной станции;
- переустройство с целью частичного или полного изменения функционального назначения, установки нового эффективного оборудования, приведения в соответствие с современными возросшими нормативными требованиями автоматику;
- модернизация аэротенков с выделением анаэробных, аноксидных и аэробных зон для глубокой очистки сточных вод от азота и фосфора.

В результате выявленных фактов, анализа работы КНС и КОС сделанных расчетов определены некоторые задачи:

1. Заменить существующие насосные агрегаты на новые насосы, заменить задвижки на напорном коллекторе, на напорных и всасывающих трубопроводах всех насосных агрегатов;
2. Пересмотреть автоматизацию пяти фекальных сточно-массных насосов, дренажного насоса и четырех электроприводов задвижек;
3. модернизировать аэротенки до глубокой очистки сточных вод от азота и фосфора;

Реконструкция объектов системы водоотведения является и должна быть своевременным мероприятием, обеспечивающим надёжную работу эксплуатации всей системы водоотведения, а также важной задачей защиты водного объекта – приёмника сточных вод от загрязнения и истощения и охраны окружающей среды региона в целом.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 6 |
| 1 Реконструкция систем водоотведения | 7 |
| 1.1 Реконструкция сетей водоотведения | 7 |
| 1.1.1 Прочистка трубопроводов перед операциями восстановления | 9 |
| 1.1.2 Методы бестраншейной реконструкции трубопроводов и сооружений на водоотводящих сетях..... | 10 |
| 1.1.3 Нанесение цементно-песчаных покрытий (ЦПП) на внутреннюю поверхность трубопроводов (набрызговый метод) | 11 |
| 1.1.4 Метод облицовки способом протаскивания непрерывной трубы – «труба в трубе»..... | 11 |
| 1.1.5 Непрерывная облицовка, плотно прилегающая к стенкам трубопровода, с использованием полиэтиленовых профилированных труб | 12 |
| 1.1.7 Санация трубопроводов методом «чулка»..... | 13 |
| 1.1.8 Метод ремонта трубопроводов с разрушением старой трубы..... | 14 |
| 1.1.9 Безраскопная реновация существующих канализационных коллекторов с помощью коротких труб | 15 |
| 1.1.10 Безраскопная реновация дворовых выпусков канализации и существующих колодцев | 15 |
| 1.2 Реконструкция канализационной насосной станции г. Железногорск. | 16 |
| 1.2.1 Определение режима работы насосной станции | 16 |
| 1.2.2 Определение напора насосной станции | 17 |
| 1.2.3 Выбор основного насосного оборудования | 17 |
| 1.2.4 Построение графика совместной работы насосов и трубопровода | 18 |
| 1.2.5 Конструкции и стандартные размеры частей зданий насосных станций | 21 |
| 1.3 Реконструкция канализационных очистных сооружений (КОС) города Железногорска..... | 23 |
| 1.3.1 Существующее положение | 23 |
| 1.3.2 Текущее состояние очистных сооружений | 24 |
| 1.3.2.1 Сооружения механической очистки | 24 |
| 1.3.2.2 Первичные отстойники | 25 |
| 1.3.2.3 Аэротенки | 25 |

| | |
|--|----|
| 1.3.2.4 Вторичные отстойники | 26 |
| 1.3.2.5 Доочистка сточных вод | 27 |
| 1.3.2.6 Обеззараживание сточных вод | 28 |
| 1.3.2.7 Обработка осадка | 28 |
| 1.3.3. Обоснование выбора технологии очистки сточных вод | 29 |
| 1.3.3.1.Цели и задачи проектирования..... | 29 |
| 1.3.3.2 Рекомендуемая технологическая схема очистки сточных вод и обработки осадка..... | 30 |
| 1.3.4.1 Состав поступающих и очищенных сточных вод | 31 |
| 1.3.5 Технология очистки сточных вод и обработка осадков после реконструкции..... | 32 |
| 1.3.5.1 Отстойники первичные радиальные | 32 |
| 1.3.5.2 Аэротенк биологического удаления азота и фосфора | 34 |
| 1.3.5.3 Аэрация иловой смеси..... | 37 |
| 1.3.5.4 Перемешивание иловой смеси в анаэробной и аноксидных зонах аэротенка..... | 39 |
| 1.3.5.5 Отстойники вторичные радиальные | 41 |
| 1.3.5.6 Биолого-физи-кохимическое удаление фосфора..... | 42 |
| 1.3.5.7 Аэробная стабилизация смеси сырого осадка и избыточного ила | 43 |
| 1.3.6 Управление технологическим процессом | 44 |
| 1.3.6.1 Общие положения | 45 |
| 1.3.6.2 Аэрация иловой смеси..... | 45 |
| 1.3.6.3 Управление работой мешалок | 49 |
| 1.3.6.4 Расчет поступающего расхода сточных вод | 50 |
| 1.3.6.5 Рециркуляция нитрифицированной иловой смеси..... | 50 |
| 1.3.6.5 Возраст и концентрация активного ила..... | 51 |
| 1.3.6.6 Заключение по разделу..... | 53 |
| 2 Автоматика и аварийно-предупредительная сигнализация | 54 |
| 2.1 Автоматика и аварийно-предупредительная сигнализация КНС г. Железногорска..... | 54 |
| 2.1.1 Электрооборудование..... | 54 |
| 2.1.2 Щит силового управления ЩСУ..... | 54 |
| 2.1.3 Электродвигатели фекальных насосов | 55 |

| | |
|---|----|
| 2.1.4 КИП | 57 |
| 2.1.5 Описание и работа ШУН-1и ШУН-2..... | 57 |
| 2.1.5.1 Назначение изделия | 57 |
| 2.1.6 Автоматика управления КНС | 58 |
| 2.1.7 Режимы работы станции | 59 |
| 2.1.7.2 Дистанционный режим работы | 59 |
| 2.1.7.3 Автоматический режим работы | 59 |
| 2.1.7.4. Алгоритм поддержания уровня жидкости | 59 |
| 2.1.7.5 Порядок включения насосов..... | 60 |
| 2.1.8 Описание устройства плавного пуска | 61 |
| 2.1.9 Описание и работа шкафа управления дренажным насосом ШУН-3 .. | 61 |
| 2.1.9.1 Назначение изделия | 61 |
| 2.1.9.2 Устройства индикации и управления | 62 |
| 2.1.10 Режим работы станции: шкаф ШУН-3 | 62 |
| 2.1.10.1 Ручной режим работы дренажного насоса..... | 62 |
| 2.1.10.2. Дистанционный режим работы дренажного насоса | 62 |
| 2.1.10.3. Автоматический режим работы дренажного насоса..... | 63 |
| 2.1.11 Описание устройства плавного пуска | 63 |
| 2.1.12 Аварийные режимы работы: шкафа ШУН-3 | 64 |
| 2.1.12.1 Аварии насосов | 64 |
| 2.1.12.2 Авария датчиков уровня | 64 |
| 2.1.12.3 Авария Вводов питания..... | 64 |
| 2.1.13 Аварийный режим работы шкафа ШУН-3..... | 65 |
| 2.1.14 Меры безопасности..... | 65 |
| 2.1.15 Аварийное отключение шкафов: ШУН-1; ШУН-2 | 66 |
| 2.1.16 Аварии УПП (устройства плавного пуска) | 66 |
| Заключение | 67 |
| Список используемых источников..... | 68 |

ВВЕДЕНИЕ

Система водоотведения – это комплекс инженерных сооружений, предназначенных для отвода сточных вод от потребителя и их последующей доставки к очистным системам. Водоотведение играет не меньшую роль в обеспечении необходимых условий проживания, нежели водоснабжение.

Большинство систем и сооружений водоотведения было построено и пущено в эксплуатацию в 70 – 80 годы XX века в соответствии с существовавшими в те годы нормативными и директивными требованиями к техническому состоянию и эксплуатации. Реформирование коммунального хозяйства в РФ не привело к улучшению положения, более того, после передачи большинства систем и сооружений в муниципальное подчинение их эксплуатация и состояние значительно ухудшились по следующим причинам:

- отсутствие производственной базы для выпуска необходимого оборудования;

- серьезные финансовые трудности; - недостаток квалифицированного персонала по эксплуатации в муниципальных эксплуатирующих органах.

В России множество очистных сооружений не функционируют, множество работают неудовлетворительно или же показатели очищенной сточной воды из-за устаревшей технологии не удовлетворяют современным требованиям к сбросу очищенной сточной воды в открытые водоёмы. Реконструкция систем водоотведения и очистки сточных вод напрямую связана с экологической обстановкой водных бассейнов в Российской Федерации. Вода необходима для питьевого и промышленного водоснабжения, поэтому сохранение водных источников от загрязнения и истощения путём реконструкции очистных сооружений с минимизацией капитальных вложений является в настоящее время весьма важной и актуальной задачей.

Построенные ранее системы и сооружения водоотведения обладают определёнными резервами, если использовать современные отечественные и зарубежные технологии интенсификации их работы. Реконструкция возможна при небольших капитальных вложениях по сравнению со строительством новых идентичных ёмкостей, обладающих теми же недостатками, что и существующие сооружения. Реконструкция ёмкостей даёт возможность поддерживать в течение 20-30 лет, при соответствующей эксплуатации, сети, насосные станции и очистные сооружения на уровне, близком или отвечающем современным требованиям. За последние годы накоплен значительный опыт, позволяющий применять новые методы реконструкции, основанные на современном научно-техническом уровне.

При выполнении проекта реконструкции водоотводящей системы важен период предпроектных работ, который должен включать следующие этапы:

- детальное обследование объекта;
- обмер сооружений с геодезической съёмкой реального объекта;
- обследование строительных конструкций;

- составление дефектных ведомостей по технологии работы и состоянию строительных конструкций отдельных систем и сооружений;
- выполнение поверочных расчётов на проектируемую пропускную способность;
- выдача рекомендаций по восстановлению или ремонту строительных конструкций;
- разработка научно-технических решений по реконструкции систем и сооружений;
- составление технико-экономического обоснования (ТЭО) принятых решений и ОИС.

Только после выполнения всего комплекса предпроектных работ можно приступать к проектированию реконструкции конкретного объекта водоотведения и выполнению необходимой проектно-сметной документации.

Процесс реконструкции существующих инженерных систем водоотведения должен отвечать следующим требованиям:

- малым затратам времени;
- минимальным затратам материалов и других средств,
- минимальная себестоимость работ;
- обеспечению более высокого качества работы сооружений и всех систем;
- повышению гидравлических характеристик системы;
- соответствию системы водоотведения современным требованиям, не противоречащим правовым основам Российской Федерации

Основные вопросы реконструкции систем водоотведения связаны с их сетями, канализационными насосными станциями (КНС) и очистными сооружениями, которые мы подробнее рассмотрим в данной работе.

1 Реконструкция систем водоотведения

1.1 Реконструкция сетей водоотведения

О проблемах стареющих трубопроводов и особенностях их ремонта. С течением времени все коммуникации неизбежно стареют и требуют ремонта или полной замены.

Старение подземных трубопроводных коммуникаций приводит к потерям напора и снижению пропускной способности, к ухудшению физико-химических показателей транспортируемой воды, а также к загрязнению подземных и поверхностных вод, почвы, атмосферы.

Утечки воды из трубопроводов могут приводить к поднятию уровня грунтовых вод, приводящему к разрушению действующих зданий и сооружений.

Нарушение герметичности трубопроводов водоснабжения и канализации весьма негативно сказывается на здоровье населения и приводит к вспышкам

острых кишечных заболеваний, гепатиту и тяжелым желудочным заболеваниями.

Кроме того, нарушение функционирования систем водоснабжения и канализации, особенно в крупных населенных пунктах, может вызывать сильное социальное беспокойство.

Другой негативный момент заключается в огромных материальных потерях, которые из года в год несут страны бывшего Советского Союза вследствие аварийного состояния подземных инженерных коммуникаций. По официальным данным статистики, утечки и неучтенные расходы воды в их системах водоснабжения составляют в среднем около 15-20% от всей подачи воды в год, а в ряде городов утечки достигают 30-40%.

С другой стороны, практика эксплуатации, например, сетей холодного и горячего водоснабжения с применением стальных труб свидетельствует об их низкой надежности: необходимость досрочной перекладки трубопроводов (особенно диаметром до 300 мм) возникает уже через 10-15 лет эксплуатации, вместо предусмотренных 20ти.

Даже в благополучных скандинавских странах аварийность на металлических трубопроводах превышает аварийность на трубопроводах из полимерных материалов в 8-10 раз.

Традиционные траншейные способы ремонта трубопроводов сопряжены с выполнением большого объема земляных работ, укреплением стенок траншей, перекрытием транспортных потоков, разрушением дорожных покрытий, повреждением зеленых насаждений, нарушением инфраструктуры, что вызывает как большие материальные расходы на восстановительные работы, так и, опять же, ведет к социальному недовольству.

В городах с плотной застройкой, как правило, траншейная технология оказывается вообще неприемлемой.

Именно поэтому бестраншейные методы (санация) трубопроводов с протягиванием новой трубы или рукава, изготовленных из полимерных материалов, при которых проведение земляных работ сведено к минимуму или вовсе отсутствует, являются наиболее эффективным и рентабельным решением проблемы восстановления и реконструкции коммунальных трубопроводов.

Перечень основных нарушений в водоотводящих трубопроводах и характеристика элементов их состояния:

- 1) нарушения в стыках труб
- 2) изменение в плане и профиле
- 3) деформация трубы
- 4) дефекты внутренней поверхности труб
- 5) наличие препятствий (засоров)
- 6) нарушение герметичности за счет образования трещин

1.1.1 Прочистка трубопроводов перед операциями восстановления

Перед санацией трубопроводов должна проводиться их эффективная чистка, исключая повреждение внутренней поверхности трубы и заделку стыковых раструбных соединений.

В зависимости от степени зарастания живого сечения трубопроводов можно использовать следующие методы чистки трубопроводов:

- 1) водяной или гидромеханический. Условия применения – для труб диаметром 100 мм и менее при наличии неуплотненных бугристых наносов;
- 2) водно-воздушный. Условия применения – для трубопроводов диаметром 150-200 мм при наличии неуплотненных бугристых наносов и длиной гидропрочистка с использованием высоконапорных устройств с вращательными головками. Условия применения – для трубопроводов диаметром до 300 мм и длиной обрабатываемого участка за один цикл (проход) до 1000 м, а также для очистки водоотводящих трубопроводов диаметром до 750 мм от корней деревьев и кустарников;
- 3) с использованием цилиндрических поршневых скребков из полиуретана, покрытого ворсистым металлическим патроном. Условия применения – для диаметров трубопроводов 80-150 мм;
- 4) с использованием стержневых устройств или спиралевидных скребков. Условия применения – для трубопроводов диаметром 100 мм и менее при плотных наростах накипи и ржавчины;
- 5) гидравлический на основе использования реактивных головок или гидрокavitационных сопел. Условия применения – для любого диаметра трубы с достижением зеркального блеска и с одновременным нанесением антикоррозионного защитного покрытия;
- 6) электрогидроимпульсный, реализуемый путем создания высоковольтного разряда в жидкости, при котором образуется ударная волна, разрушающая отложения на внутренней поверхности трубопроводов. Условия применения – для трубопроводов диаметром до 400 мм и длиной до 300 м;
- 7) гидрохимическая промывка для удаления железооксидных и карбонатных отложений на основе специально приготовленных растворов;
- 8) прочистка с помощью пенных гербицидов, нагнетаемых в опорожненный водоотводящий трубопровод;
- 9) метод используется для удаления корней деревьев и кустарников, при контакте гербицида с корнями, проникшими в полость трубы, происходит их омертвление (по завершению процесса пена вместе с отмершими корнями выводится из трубы с помощью прочищающего снаряда).

1.1.2 Методы бестраншейной реконструкции трубопроводов и сооружений на водоотводящих сетях

Бестраншейный ремонт трубопроводов без разрушения старой трубы. При использовании данной группы технологий происходит уменьшение внутреннего диаметра ремонтируемого трубопровода. Однако снижение рабочего сечения, как правило, почти полностью компенсируется уменьшением сопротивления течению, что вызвано повышенной гладкостью используемого полимерного ремонтного материала по сравнению с оригинальными материалами трубопровода (чугун, керамика, бетон). Кроме того существенно возрастает коррозионная устойчивость трубопровода и облегчается его дальнейшее обслуживание. Следует отметить, что в определенных случаях с помощью такого ремонта возможно увеличение несущей способности трубопровода. Величина изменения внутреннего сечения трубопровода после ремонта определяется:

- остаточной механической прочностью ремонтируемого трубопровода и размеров повреждений;
- рабочим давлением;
- типом используемого ремонтного материала;
- выбранной технологией ремонта.

Существующие успешные методы бестраншейного ремонта подземных трубопроводов без разрушения старой трубы можно классифицировать следующим образом:

- ремонт протаскиванием непрерывной трубы окончательного диаметра – «труба в трубе»,
- ремонт протаскиванием непрерывной полиэтиленовой трубы уменьшенного диаметра с увеличением диаметра внутренней трубы до окончательного и обеспечением ее плотного прилегания после операции протаскивания,
- ремонт протаскиванием «чулка», изготавливаемого из кислотоупорного полимерного волокна, упрочненного резиной или пропитанного смолой,
- ремонт протаскиванием непрерывной многослойной гофрированной трубы с идеально гладкой внутренней поверхностью,
- ремонт путем проталкивания коротких полипропиленовых труб, имеющих раструбные соединения.

Выбор метода ремонта и используемого материала в значительной степени зависит от:

- от конфигурации трубопроводов, как то, например, количества и крутизны изгибов,
- требуемой скорости производства работ,
- допустимого объема земляных и восстановительных работ (озеленение, восстановление асфальтового покрытия и т.д.)
- требуемой дополнительной механической прочности и несущей способности трубопровода
- выбранной технологии ремонта

– квалификации персонала В некоторых случаях целесообразным оказывается использование комбинированных методов ремонта.

В некоторых случаях целесообразным оказывается использование комбинированных методов ремонта.

1.1.3 Нанесение цементно-песчаных покрытий (ЦПП) на внутреннюю поверхность трубопроводов (набрызговый метод)

Использование набрызгового метода путем нанесения цементно-песчаных покрытий необходимо рассматривать в историческом аспекте и, прежде всего, как антикоррозионную изоляцию внутренней поверхности трубопроводов.

1.1.4 Метод облицовки способом протаскивания непрерывной трубы – «труба в трубе»

Метод применяется для реконструкции прямолинейных участков трубопроводов холодного и горячего водоснабжения, канализационных и водоотводящих систем большого диаметра. Данный метод можно использовать для трубопроводов, имеющих сквозную коррозию или другие дефекты труб.

Использование метода «Труба в трубе» позволяет протягивать в старый трубопровод новые участки труб длиной в несколько сотен метров при минимальном объеме земляных работ.

Уменьшение проходного сечения трубы не влияет на пропускную способность трубопровода вследствие того, что гидравлические характеристики у полимерных труб много выше, чем у стальных (бетонных, керамических, чугунных и т.д.).

Преимущества метода:

- минимальный объем требуемых земляных работ. Зачастую возможна протяжка из колодца в колодец, что означает полное исключение земляных работ.
- работа из колодца любого диаметра.
- широкая область применения.
- долговечность материала.
- длина заменяемого участка может составлять до нескольких сотен метров (в зависимости от диаметра, наличия изгибов, грунта, материала ремонтируемой трубы и т.д.)
- полностью автономная работа.
- не требуется никакой дополнительной крупной техники (компрессоров и т.д.)

1.1.5 Непрерывная облицовка, плотно прилегающая к стенкам трубопровода, с использованием полиэтиленовых профилированных труб

Метод предназначен для реконструкции прямолинейных участков самоотечных трубопроводов холодного и горячего водоснабжения, канализационных систем диаметром 100-450мм. Данный метод можно использовать даже в случаях, когда в существующей трубе имеются трещины, разрушенные участки или небольшие сдвиги стыков.

Суть метода заключается в протягивании в восстанавливаемый трубопровод полиэтиленовой трубы имеющей временно уменьшенное поперечное сечение. В дальнейшем при использовании специального оборудования производится восстановление круглого сечения полиэтиленовой профилированной трубы. При этом полиэтиленовая профилированная труба плотно прилегает к внутренним стенкам ремонтируемого трубопровода.

Операции протяжки предшествует очистка трубопровода от отложений и грата. Качество подготовки внутренней полости трубопровода контролируется при помощи самоходных видеокамер.

После восстановления круглого сечения полиэтиленовой трубы производятся сварочные работы с использованием фитингов с закладными нагревательными элементами. Затем производятся работы по присоединению отремонтированного участка к действующему трубопроводу.

Наружный диаметр труб соответствует внутреннему диаметру восстанавливаемого трубопровода. Толщина стенки зависит от используемого материала (ПЭ 80 / ПЭ 100) и определяется на основе соотношения наружного диаметра к толщине стенки (SDR). В зависимости от диаметра труба поставляется на барабанах длиной до 1600 м.

Преимущества метода:

- прочный, износостойкий и долговечный композитный материал.
- изготовление труб с поперечным сечением на 30-40 % меньше требуемого, что облегчает их транспортировку и протаскивание.
- увеличение пропускной способности отремонтированного участка.
- быстрая и экономичная прокладка.
- кольцевая жесткость труб SN4 и SN8.
- высокая несущая способность трубопровода после реконструкции.
- не оказывает негативного воздействия на окружающую среду.
- Одновременная реновация трассы на нескольких участках между колодцами.

1.1.6 Внутренняя облицовка трубопровода путем протаскивания гибкой полиэтиленовой трубы с гофрированной наружной и идеально гладкой внутренней поверхностью

Метод используется для реновации самотечных канализационных коллекторов диаметром 100-300мм через колодцы. Рекомендуется для восстановления трубопроводов, имеющих смещенные стыки, искривления, как в плане, так и по профилю трассы. Метод особо рекомендован при необходимости ремонта протяженных участков трубопроводов. После протягивания трубы производятся сварочные работы с использованием фитингов с закладными нагревательными элементами. Затем производятся работы по присоединению отремонтированного участка к действующему трубопроводу. Внутренняя облицовка трубопровода путем протаскивания гибкой полиэтиленовой трубы с гофрированной наружной и идеально гладкой внутренней поверхностью

Преимущества метода:

- отсутствие земляных работ.
- очень экономичная и быстрая прокладка. Большая часть работ выполняется на поверхности.
- достаточная гибкость для применения в коллекторах с криволинейными участками.
- высокая стойкость отремонтированного участка к механическому истиранию, благодаря трехслойной конструкции трубы.
- кольцевая жесткость труб SN8 - 8 кН/м²
- улучшение пропускной способности существующего коллектора и высокая степень самоочистки новой трубы.
- гибкая труба целиком перекрывает расстояние между колодцами.
- возможность использования канализационного коллектора даже во время выполнения ремонта.

1.1.7 Санация трубопроводов методом «чулка»

Метод реконструкции трубопроводов «чулочным» способом, изобретенный в Англии более 20 лет назад, в настоящее время применяется в более чем сорока странах мира.

Метод подходит для реконструкции трубопроводов сточных и дождевых вод, а также для технических и напорных трубопроводов диаметром свыше 400 мм на участках с изгибами, где невозможна протяжка нового пластикового трубопровода. Может применяться на газовых, химических и канализационных трубопроводах.

Чулок может использоваться для труб круглого сечения с диаметром от 6 до 3000 мм. Кроме того, трубы некруглого сечения, например овального или другого вида сечения, могут быть также восстановлены благодаря тому, что используемый для этого материал отличается гибкостью.

Чулок изготавливается из кислотоупорного поливолокна, упрочненного резиной или пропитанного смолой, специально по заказу любой длины и толщины – от 3 до 50мм, так что он в точности подходит для конкретного участка трубопровода.

Пока чулок гибкий, он под давлением воды вводится в поврежденную трубу. Он находит свой собственный путь и проходит изгибы с углом до 60 градусов. В тех местах, где соединения смещены или небольшие участки полностью отсутствуют, чулок создает плавный переход.

После того, как чулок установлен в требуемое положение и вулканизирован, он затвердевает и приобретает износостойчивость, в то время как его внутренняя поверхность остается гладкой, что обеспечивает максимальную скорость потока и препятствует возникновению отложений.

Чулок вулканизируется в течение нескольких часов. Боковые ответвления открываются с помощью трубореза, управляемого компьютером.

Метод «чулка» менее трудоемок и сложен, чем метода протяжки, но требует значительных затрат в связи со стоимостью применяемых материалов и необходимостью эксплуатации специального оборудования для подачи, расправления, и отвердения чулка.

Применение данного метода требует качественной подготовки поверхности старой трубы с очисткой до плотного (не подвергшегося коррозии) материала, не менее чем на половине поверхности трубопровода (для качественного приклеивания чулка к поверхности существующей трубы), и ее осушение.

Преимущества метода:

- мягкая синтетическая труба может проходить изгибы трубопровода до 45°-60°.
- позволяет обходиться без дорогостоящих работ по отрывке котлованов.
- протяжные водопроводы восстанавливаются в один этап. При укладке чулка на непрерывных участках расстояние между колодцами может составлять до 300 м.
- быстрота ремонта трубопровода.
- участок, занимаемый при проведении работ, невелик.

1.1.8 Метод ремонта трубопроводов с разрушением старой трубы

Метод подходит для обновления как безнапорных, так и напорных трубопроводов.

С помощью этого метода можно осуществлять замену изношенных труб из стали, чугуна, бетона, керамики, асбестоцемента, пластика на новые трубы из ПНД и других материалов.

Для протягивания используется тяговое устройство, работающее от автономной гидростанции. Разрушение старого трубопровода производится ножами и расширителем. Остатки старой трубы вдавливаются в грунт.

Обустройство котлована необходимо только на одном конце ремонтируемого участка, там, где вводится новая пластиковая труба, а в некоторых случаях не требуется совсем. Так, например, при ремонте безнапорных трубопроводов можно обойтись без котлована, используя трубы с замковым или резьбовым соединением.

Преимущества метода:

- высокая долговечность и гибкость отремонтированного трубопровода;
- высокая теплостойкость и устойчивость к химическому воздействию;
- большой выбор размеров труб.

1.1.9 Безраскопная реновация существующих канализационных коллекторов с помощью коротких труб

Этот метод используется для футеровки самотечных канализационных коллекторов диаметром 150-500 мм.

Метод отлично подходит для применения в густонаселенных районах. Облицовка производится через смотровые колодцы, практически не создавая помех уличному движению.

Этот метод обладает высокой конкурентоспособностью в тех случаях, когда реконструкции подлежит короткий участок трубопровода.

Преимущества метода:

- изготовление методом литья под давлением с точным соблюдением размеров гарантирует отсутствие утечек в готовом трубопроводе;
- современный высококачественный полипропилен;
- раструбные соединения, обладающие высоким сопротивлением тяге, с уплотнениями;
- кольцевая жесткость труб SN8-8 кН/м²;
- легкость бестраншейной прокладки;
- облицованный и забетонированный трубопровод обладает высокой несущей способностью.

1.1.10 Безраскопная реновация дворовых выпусков канализации и существующих колодцев

Метод предназначен для восстановления дворовых выпусков канализации с применением технологии протаскивания гибкой полиэтиленовой трубы с гофрированной наружной и идеально гладкой внутренней поверхностью (см. выше) после реновации магистрального коллектора одним из бестраншейных методов.

При ремонте трубопроводов, как правило, необходимо ремонтировать и колодцы, которые часто являются источником самых больших утечек.

Широкий ассортимент деталей заводского изготовления позволяет быстро собирать новые герметичные пластиковые смотровые колодцы внутри существующих железобетонных или кирпичных.

Преимущества комплексной реновации:

- высокое качество используемых полимерных материалов (ПЭВП или ПП);
- заводская точность изготовления всех комплектующих;
- широкий ассортимент стандартных изделий и деталей;
- прочность и надежность трубопровода;
- быстрое восстановление всех элементов сети (коллекторы, выпуски, колодцы);
- повышение пропускной способности сети;
- отсутствие утечек, герметичность всей трассы.

1.2 Реконструкция канализационной насосной станции г. Железногорск.

Насосные станции являются важным элементом систем водоснабжения и водоотведения. Они представляют собой сложный комплекс сооружений и оборудования. Правильный выбор технико-экономических параметров этого комплекса во многом определяет надежность и экономическую эффективность подачи или отведения воды.

Данная канализационная насосная станция запроектирована для перекачки сточных вод к очистным сооружениям. Она включает в себя систему основных и резервных насосов, дренажную систему, технического водопровода. Станция рассчитана на перекачку 80000 м³/сут сточной жидкости в двухступенчатом режиме работы. Машинный зал оборудован двумя рабочими и двумя резервными насосами основного насосного оборудования типа СДВ 2700/26,5., одним рабочим и одним резервным насосами технического водопровода типа ВКС – 2/26, одним рабочим и одним резервным насосами дренажной системы типа ВКС – 1/16. Приемный резервуар оборудован двумя рабочими и одной резервной решеткой типа МГ10Т, одной рабочей и одной резервной дробилкой типа Д-3. Все установленное оборудование электрифицировано, что облегчает его обслуживание.

1.2.1 Определение режима работы насосной станции

Расчет насосной станции системы водоотведения начинают с построения графика часового притока сточных вод. Подача насосной станции должна быть равна или несколько превосходить максимальный часовой приток стоков:

$$Q_{н.с.} \geq Q_{max.ч} \quad (1.1)$$

В остальное время приток сточной жидкости меньше, и вода откачивается не всеми, а только частью установленных насосов. Насосы могут полностью отключаться на некоторое время, в течение которого стоки накапливаются в приемном резервуаре.

Режим работы насосной станции зависит от его емкости. Размеры приемного резервуара в плане назначают после разработки схемы размещения насосных агрегатов и трубопроводов. Построение графика работы канализационной насосной станции трудоемко, следовательно, расчет удобно вести на компьютере.

1.2.2 Определение напора насосной станции

Согласно СП, число напорных трубопроводов от насосной станции первой категории необходимо принимать не менее двух. $\Rightarrow n = 2$.

$$Q_{н.с.} = Q_{\max.ч} = 80000 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot 5,37\% = 4296 \text{ м}^3/\text{ч} = 1194 \text{ л/сут} \quad (1.2)$$

$$Q_{1 \text{ тр.}} = \frac{Q_{н.с.}}{n} = \frac{1194}{2} = 597 \text{ л/с.} \quad (1.3)$$

По расчетному расходу трубопровода определяем диаметр напорных трубопроводов D , скорость движения воды в них V и гидравлический уклон I , пользуясь таблицами Лукиных. Согласно СНиП, скорости движения сточных вод во всасывающих и напорных трубопроводах должны исключать осаждение взвесей.

Для хозяйственно-бытовых сточных вод наименьшие скорости следует принимать согласно требованиям СП 32.13330.2012 п. 8.2.8

| D=800мм | | |
|---------|--------|---------|
| V, м/с | q, л/с | i |
| 1,10 | 559,4 | 0,0018 |
| 1,18 | 597 | 0,00196 |
| 1,20 | 606,9 | 0,0020 |

$$V = V_1 + \frac{(V_2 - V_1)(q - q_1)}{q_2 - q_1} = 1,18 \text{ м/с} \quad (1.4)$$

$$i = i_1 + \frac{(i_2 - i_1)(q - q_1)}{q_2 - q_1} = 0.00196 \quad (1.5)$$

Принят диаметр трубопроводов $D = 800 \text{ мм}$.

Потери напора в напорных трубопроводах (потерями напора во всасывающих трубопроводах пренебрегаем из-за их малой величины):

$$h_{\text{нап}} = h_L + h_m = h_L + 0,1h_L = 1,1h_L = 1,1 \cdot i \cdot L_{\text{нап}} = 1,1 \cdot 0,00196 \cdot 1400 = 3,02 \text{ м} \quad (1.6)$$

Напор насосной станции по формуле:

$$H_{\text{н.с.}} = (Z_{\text{о.с.}} - Z_{\text{рез.}}) + h_{\text{нап}} + h_{\text{н.с.}} + h_{\text{зап}} \quad (1.7)$$

$$Z_{\text{рез.}} = Z_{\text{л}} - 1 = 34,9 - 1 = 33,9 \quad (1.8)$$

$$h_{\text{н.с.}} = 1,5 \div 3,5 = 3 \text{ м} \quad (1.9)$$

$$h_{\text{зап}} = 1 \text{ м}$$

$$H_{\text{н.с.}} = (48,0 - 33,9) + 3,02 + 3 + 1 = 21,12 \text{ м}$$

1.2.3 Выбор основного насосного оборудования

На канализационной станции можно устанавливать насосы типов СМ, СМС, СДВ, Гр. Марка насоса определяется из сводных графиков полей по подаче одного насоса и напору насосной станции. При выборе насосов рассматриваются варианты с одним, двумя, тремя, четырьмя и пятью насосными агрегатами. Результаты представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

| Количество рабочих насосных агрегатов | Подача одного насоса, л/с | Напор насосной станции, м | Марка насоса |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|
| 1 | 530 | 21,12 | СМ 530/22 |
| 2 | 530 | 21,12 | СМ 530/22 |
| 3 | 530 | 21,12 | СМ 530/22 |
| 4 | 530 | 21,12 | СМ 530/22 |
| 5 | 530 | 21,12 | СМ 530/22 |

Рассмотрение нескольких вариантов связано с необходимостью выбора оптимального количества насосов.

Число резервных насосов следует принимать по СП.

Так как проектируемая насосная станция I категории, следовательно, на ней будет установлено 3 рабочих и 2 резервных насоса марки СМ 530/22.

Технические данные насоса типа СМ 530/22:

подача – 530 м³/ч (147 л/с);

напор – 22 м;

частота вращения – 980 об/мин;

коэффициент полезного действия – 75%;

мощность насоса – 75 кВт;

размер проходного сечения – 200 мм;

диаметр рабочего колеса – 400 мм.

1.2.4 Построение графика совместной работы насосов и трубопровода

Насосы, установленные на насосных станциях, работают, как правило, параллельно, т.е. одновременно подают сточную воду в один или несколько параллельно соединенных трубопроводов.

Таблица 1.2 – Характеристики насоса СМ 530/22.

| Расход Q _{1н} | | Напор, м | Q _{2н} , л/с | Q _{3н} , л/с | Q _{4н} , л/с | η, % | N, кВт | Δh _{доп} , м |
|------------------------|---------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--------|-----------------------|
| м³/ч | л/с | | | | | | | |
| 0 | 0 | 38,57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 88,6 | - |
| 500 | 138,89 | 38,86 | 277,78 | 416,64 | 555,56 | 35,7 | 128,6 | - |
| 1000 | 277,78 | 37,71 | 555,56 | 833,34 | 1111,12 | 59,1 | 171,4 | - |
| 1500 | 416,67 | 35,43 | 833,34 | 1250,01 | 1666,68 | 70,0 | 214,3 | 5,14 |
| 2000 | 555,56 | 32,00 | 1111,12 | 1666,68 | 2222,24 | 74,3 | 242,9 | 5,99 |
| 2500 | 694,44 | 28,57 | 1388,88 | 2083,32 | 2777,76 | 77,1 | 271,4 | 7,14 |
| 3000 | 833,33 | 24,86 | 1666,68 | 2500,02 | 3333,32 | 72,9 | 285,7 | 9,14 |
| 3500 | 972,22 | 20,57 | 1944,44 | 2916,66 | 3888,88 | 67,4 | 285,7 | 11,43 |
| 4000 | 1111,11 | 16,57 | 2222,24 | 3333,33 | 4444,44 | 60 | 278,6 | - |

Характеристика режимов работы параллельно работающих насосов и трубопроводов приведена в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Характеристика режимов работы параллельно работающих насосов и трубопроводов

| № п/п | Значение напоров и потерь | Расход Q; л/с | | | | |
|--------------------------------|---|---------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 900 | 1000 | 1100 | 1194 | 1300 |
| Два водовода. | | | | | | |
| 1 | $H_{ст}=(Z_{о.с.}-Z_{в})+h_{зап}$ | 15,1 | 15,1 | 15,1 | 15,1 | 15,1 |
| 2 | $h'_{нап}=h_{нап}(Q'/Q_{н.с.})$ | 1,72 | 2,12 | 2,56 | 3,02 | 3,58 |
| 3 | $h'_{н.с.}=h_{н.с.}(Q'/Q_{н.с.})$ | 1,70 | 2,10 | 2,55 | 3,00 | 3,56 |
| 4 | $H_{2д}=(1)+(2)+(3)$ | 18,52 | 19,32 | 20,21 | 21,12 | 22,24 |
| Один водовод. | | | | | | |
| 5 | $h'_{нап\ 1д}=4\ h'_{нап}$ | 6,86 | 8,47 | 10,25 | 12,08 | 14,32 |
| 6 | $H_{1д}=(1)+(3)+(5)$ | 23,67 | 25,68 | 27,90 | 30,18 | 32,98 |
| Два водовода и одна перемычка. | | | | | | |
| 7 | $h'_{нап\ 1п}=\alpha\ h'_{нап}=2,5\ h'_{нап}$ | 4,29 | 5,30 | 6,41 | 7,55 | 8,95 |
| 8 | $H_{1п}=(1)+(3)+(7)$ | 21,09 | 22,50 | 24,05 | 27,61 | 36,49 |
| Два водовода и две перемычки. | | | | | | |
| 9 | $h'_{нап\ 2п}=\alpha\ h'_{нап}=2\ h'_{нап}$ | 3,43 | 4,24 | 5,13 | 6,04 | 7,16 |
| 10 | $H_{2п}=(1)+(3)+(9)$ | 20,24 | 21,44 | 22,77 | 24,14 | 25,82 |

$\alpha = \frac{n+3}{n}$, где n – количество участков.

По данным таблицы 1.3 построены характеристики трубопроводов.

Координаты режимной точки I I H₁ + 2 = 25,8 м Q₁ + 2 = 1582 л/с, что больше, чем требуемые значения напора и подачи насосной станции.

Подача насосной станции на один водовод (режимная точка 2) $Q_2 = 1223$ л/с оказалась больше аварийного расхода $Q_{ав} = Q_{НС} = 1194$ л/с. Поэтому необходимость в перемычках не возникла.

Выбор электродвигателя и определение размеров фундамента насосного агрегата.

Обычно заводы-изготовители поставляют насосы, укомплектованные электродвигателями. Необходимо проверить правильность комплектации. Для горизонтальных насосов используются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором единой серии 4А мощностью от 1 до 400 кВт (напряжением 380В при мощности до 110кВт и 6000В при больших мощностях). Для привода вертикальных насосов выпускают асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором серии ВАН мощностью 315-2500кВт и напряжением 6000В. Для крупных насосных агрегатов с горизонтальным валом применяют синхронные электродвигатели серии СД2, СДН-2, СДН-3, СД3 высокого напряжения. Для привода вертикальных насосов изготавливают две серии синхронных двигателей ВСДН и ВДС напряжением 6000 и 10000 В.

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором просты, компактны, надежны, но характеризуются относительно большим пусковым током (в 3-7 раз больше номинального). У синхронных электродвигателей $\cos\phi$ равен или больше единицы, что улучшает коэффициент мощности сети и экономит электроэнергию; при колебаниях напряжения в сети этот вид двигателей работает более устойчиво. Недостатком синхронных двигателей является их большая масса и большие габариты из-за наличия дополнительной пусковой обмотки. При выборе электродвигателя необходимо обращать внимание на вид исполнения.

Мощность насоса вычисляют по формуле:

$$N = \frac{\rho_{ст} \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta} \quad (1.10)$$

где $\rho_{ст} = 10,50$ кг/м³

$g = 9,81$ м/с

$Q = 1024$ л/с = $36,86$ м³/ч = $1,024$ м³/с

$H = 19,51$ м

$\eta = 66\% = 0,66$

$$N = \frac{10,50 \cdot 9,81 \cdot 1,024 \cdot 19,51}{1000 \cdot 0,66} = 311,8 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя к насосу определяется по формуле

$$P = K \frac{N}{\eta_{пер}} ; \quad (1.11)$$

где $K = 1,10$;

$$P = 1,10 \frac{311,8}{1} = 342,98 \text{ кВт.}$$

Подбор электродвигателя производится по каталогам насосов «Комплектация электродвигателями». Из электродвигателей, указанных для данного насоса, принимаем двигатель с ближайшей большей мощностью. Из каталога выписываем марку, номинальную мощность, номинальную частоту вращения, номинальное напряжение, массу электродвигателя и размеры к габаритному чертежу насосного агрегата, зависящие от типа двигателя.

По каталогу подошел электродвигатель типа АИР250М6, мощность – 55 кВт, частота обращения – 750 об/мин, напряжение – 6000 В.

1.2.5 Конструкции и стандартные размеры частей зданий насосных станций

Планы и разрезы, разрабатываемые в строительной части курсового проекта, совмещаются с технологическими чертежами станции. Здание насосной станции представляет собой обычное промышленное здание, которое проектируется из унифицированных строительных элементов. Подземная часть. При максимальном уровне грунтовых вод, расположенном выше уровня пола, подземная часть может быть блочного или камерного типа из монолитного железобетона. Наружную поверхность стен подземной части покрывают битумной изоляцией на 0,5м выше максимального уровня грунтовых вод. Насосная станция имеет круглую форму в плане и строится методом опускного колодца. Заглубленные помещения сообщаются с наземными частями здания лестницами шириной не менее 0,9 м с углом наклона не более 45°, из помещений длиной до 12 м – не более 600. Для подъема на площадки обслуживания ширина лестниц не менее 0,7 м, угол наклона не более 60°.

Для одиночных переходов через трубы и для подъема к отдельным задвижкам и затворам допускается применять лестницы шириной 0,5м с углом наклона более 60° или стремянки. Верхнее строение. Или наземная часть здания, состоит из машинного зала, помещений для электрических устройств, административных и бытовых помещений. При здании полузаглубленного типа машинный зал располагается в подземной части, а в наземной части находится монтажная площадка и монтажный проем над всем оборудованием, расположенном в машинном зале. Во всех насосных станциях должны быть: Санузел на 1 унитаз и 1 раковину площадью 3 м², помещение со шкафчиками для хранения одежды эксплуатационного персонала (8-25 м²), механическая мастерская (10-25 м²), кладовая (6-10 м²). На всех станциях водоотведения следует принимать душ (4-6 м²).

Верхнее строение здания насосной станции – каркасное т.к. используется мостовой кран, высота стен более 6 м. Пролеты зданий принимаются стандартными: 6, 9, 12, 18, 24 м при шаге несущих конструкций 6 м. Колонны каркаса принимаются сечением 400х600 т.к. используется мостовой кран. Здание пере-

крывается полигональными двутавровыми балками. По балкам укладываются железобетонные плиты. По плите выполняются следующие слои: выравнивающий слой, пароизоляция, теплоизоляция стяжка и гидроизолирующий кровельный ковер. Стены здания смонтированы из железобетонных панелей. Наземная часть имеет прямоугольную форму. Верхнее строение здания имеет отдельностоящий фундамент стаканного типа. Площадь окон в помещении с естественным освещением принимается не менее 12,5% площади пола. В помещении камер трансформаторных и распределительных устройств окна не предусматриваются.

Ширина оконных проемов – 3 м при высоте каждой секции окна 1,2 м или 1,8 м. Ширину окон во вспомогательных помещениях можно принять 0,9 , 1,2 , 1,5 м. Габариты провозимого оборудования и автомобиля определяют размеры ворот: 3х3, 3,6х3, 4х4,2 , 4,8х5,4 , 4,7х5,6. Типовые двери имеют высоту 2,4 м при ширине 1 , 1,5 и 2 м. Чертежи выполняются в масштабах 1:50, 1:100.

На планах и разрезах должны быть нанесены координатные оси, обозначенные арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита в кружках диаметром 6-12 мм. Цифрами обозначаются координатные оси по стороне здания с большим количеством осей. При каркасном типе здания, продольные оси ставятся на наружной поверхности колонн каркаса, поперечные – по оси колонн последнего ряда в торцах, где они ставятся по внутренней поверхности торцевых стен. Отметки даются относительно пола первого этажа. Отметки пола первого этажа, пола машинного зала, осей насосных агрегатов и внешних трубопроводов дублируются абсолютными значениями. «Нулевая» отметка указывается без знака. Отметки выше нулевой – со знаком «+», ниже нулевой – со знаком «-». На разрезах отметки помещают на выносных линиях, на планах – в прямоугольнике.

На плане здания насосной станции вдоль наружных стен проводятся три линии размеров: размеры простенков проемов, осевые размеры, контурные размеры здания. Указываются размеры оборудования, проходов и расстояния между оборудованием. Конструкции кровли, междуэтажных перекрытий и полов обозначаются как многослойные, с помощью выносных надписей, где указываются примененные материалы и размеры всех слоев конструкции.

Выводы по разделу:

Рекомендации при выполнении реконструкции.

При детальном обследовании КНС выявлены следующие дефекты:

1. Напорный коллектор сильно устарел.
2. Насосные агрегаты физически и морально устарели, потребляют большое количество энергии.
3. Задвижки физически устарели.
4. Обратные клапана физически устарели.
5. Система автоматики установлена нецелесообразно.

Рекомендуется:

- замена напорного коллектора, задвижек и обратных клапанов;
- насосные агрегаты заменить на более экономичные.

– установить новую систему автоматики.

1.3 Реконструкция канализационных очистных сооружений (КОС) города Железногорска

1.3.1 Существующее положение

Проект ГОС г. Железногорск разработан Красноярским отделением ВНИПИЭТ. В 2008 году очистные сооружения были введены в эксплуатацию.

Проектная производительность ГОС составляет 63 тыс. м³/сутки. В соответствии с проектом сооружения предназначены для полной биологической очистки сточных вод. Фактически расход сточных вод в настоящее время соответствует 28-32 тыс. м³/сут.

Проектом не предусматриваются более поздние требования к качеству очищенных сточных по соединениям азота и фосфора.

Сточные воды по напорному трубопроводу поступают в приемную камеру, затем проходят механическую очистку на решетках, аэрируемых песколоуках, первичных отстойниках (поз.5 Внутриплощадочные сети). Далее осветленные сточные воды подвергаются биологической очистке в аэротехах с пневматической аэрацией.

Из аэротенков иловая смесь направляется в радиальные вторичные отстойники, где происходит отделение очищенных сточных вод и активного ила. Биологически очищенные сточные воды направляются в блок доочистки – скорые фильтры, после чего обеззараживаются на установке УФ-облучения (поз.8 Внутриплощадочные сети).

Сброс очищенных обеззараженных сточных вод осуществляется через русловой рассеивающий выпуск в реку Енисей.

В соответствии с проектом сырой осадок и избыточный ил должны подвергаться стабилизации в аэробном минерализаторе (поз. 14 Внутриплощадочные сети), уплотняется и перекачивается в корпус механического обезвоживания (поз. 15 Внутриплощадочные сети), проектом предусмотрены аварийные иловые площадки (поз.21 Внутриплощадочные сети). В настоящее время аэробный минерализатор не эксплуатируется, в корпусе механического обезвоживания не установлено оборудование, смесь сырого осадка и неуплотненного избыточного ила перекачивается на аварийные иловые площадки.

1.3.2 Текущее состояние очистных сооружений

Качество поступающих сточных вод.

Средние концентрации загрязнений в поступающих сточных водах за 2016 г. и за 5 месяцев 2017 г. представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Концентрации загрязнений в поступающих сточных водах

| Показатели | Размерность | Концентрации загрязнений | |
|---------------------|--------------------|--------------------------|----------------|
| | | 2017 г. | 5 мес. 2018 г. |
| Взвешенные вещества | мг/дм ³ | 194 | 137 |
| БПК _{полн} | мг/дм ³ | 205 | 214 |
| Азот аммонийный | мг/дм ³ | 26 | 30 |
| Фосфор фосфатов | мг/дм ³ | 0 -> | 3,2 |

Анализ данных таблицы 1.4, свидетельствует о повышенном содержании азота аммонийного и фосфора фосфатов в исходных сточных водах, что объясняется влиянием вторичных загрязнений, поступающих с иловыми сточными водами аварийных иловых площадок.

1.3.2.1 Сооружения механической очистки

Решетки располагаются в отдельно стоящем здании (поз.2 Внутриплощадочные сети). Механическая очистка осуществляется на решетках РКЭн НПФ «Экотон» с прозорами 5 мм, которые работают удовлетворительно, задержанные на решетках отбросы поступают на ленточный транспортер и подаются в бункер. Удаление отбросов с решеток осуществляется в автоматическом режиме. Отбросы вывозятся на полигон ТБО. Решетки работают удовлетворительно, об этом свидетельствует отсутствие отказов гидроэлеваторов песколовок, вызываемое засорением отбросами, а также низкое содержание всплывшего мелкого мусора на поверхности первичных отстойников.

Удаление песка из сточных вод осуществляется при помощи трех секций аэрируемых песколовок (поз.3 Внутриплощадочные сети). Аэрируемые песколовки работают удовлетворительно, об этом свидетельствует низкое содержание песка в осадке первичных отстойников. Задержанный в песколовках осадок с помощью гидроэлеваторов перекачивается в бункеры для песка (поз. 22 Внутриплощадочные сети), после чего вывозится автотранспортом на полигон ТБО.

Механическое и электротехническое оборудование.

Решетки и насосы гидроэлеваторов эксплуатируются и работают исправно.

Строительные конструкции.

В основном существующие конструкции здания решеток, насосная станция насосов гидроэлеваторов, песколовки и коммуникации в настоящее время эксплуатируются и находятся в рабочем состоянии.

1.3.2.2 Первичные отстойники

После аэрируемых песколовок сточные воды распределяются между тремя радиальными первичными отстойниками (поз. 5 Внутриплощадочные сети) диаметром 30 м. В работе находятся 2 первичных отстойника.

Из первичных отстойников сырой осадок насосными агрегатами перекачивается на иловые площадки (поз. 21 Внутриплощадочные сети).

Продолжительность отстаивания в первичных отстойниках составляет 1,8-3 час. (при 2-х работающих первичных отстойниках), при этом качество осветленных сточных вод составляет: взвешенные вещества – 30-80 мг/дм³, о БПК₅ – 60-80 мг/дм³. Высокий эффект очистки сточных вод и связанное с этим низкое содержание органических загрязнений отрицательно сказываются на процессах удаления азота и фосфора.

Механическое и электротехническое оборудование

Радиальные первичные отстойники оборудованы илоскребами. Илоскребы находятся в удовлетворительном техническом состоянии. Отражательные устройства и водосливы первичных отстойников также находятся в удовлетворительном техническом состоянии. Плунжерные насосы, применяемые для откачки сырого осадка из первичных отстойников, на сегодняшний день, эксплуатируются и работают исправно.

Строительные конструкции

Стенки первичных отстойников, распределительная чаша, выпускные каналы, здание насосной станций откачки сырого осадка находятся в рабочем состоянии на сегодняшний день.

1.3.2.3 Аэротенки

Из первичных отстойников осветленные сточные воды самотеком поступают в две секции четырехкоридорного аэротенка (поз. 6 Внутриплощадочные сети). Размеры каждой секции аэротенка в плане – 90×24 м, глубиной 5 м. Общий объем двух секций аэротенка составляет 21600 м.

В настоящее время на ГОС в соответствии с проектным решением эксплуатируются аэротенки с регенерацией активного ила. Аэротенки работают в режиме 25% регенерации активного ила, для чего под регенератор выделен первый коридор каждой секции, второй, третий и четвертый коридоры используются в качестве аэротенка. Аэрация иловой смеси в аэротенках осуществляется с помощью мелкопузырчатых пневматических трубчатых аэраторов НПФ «Экополимер».

Существующая система аэрации морально и физически устарела, не отвечает требованиям, предъявляемым для глубокой биологической очистки сточных вод от биогенных элементов и нуждается в замене.

Аэротенки работают с низкой нагрузкой по органическим загрязнениям, при этом продолжительность аэрации составляет 16-18 ч. Аэротенки работают

в режиме глубокой нитрификации сточных вод, при этом в очищенных сточных водах концентрация азота аммонийного составляет 0,6 мг/дм³, азота нитратов – 28 мг/дм³. Ввиду того, что аэротенки работают в режиме низких нагрузок, регенерация активного ила протекает непосредственно в аэротенки, поэтому выделение одного коридора под регенератор считаем нецелесообразным.

Следует отметить, что существующие аэротенки морально устарели, так как предназначены в соответствии с проектом для полной биологической очистки сточных вод и не обеспечивают требуемую степень очистки сточных вод от биогенных элементов - азота и фосфора.

Механическое и электротехническое оборудование.

Воздух в две секции аэротенка подается из насосно-воздуходувной станции (поз. 17 Внутриплощадочные сети), расположенной в отдельном здании неподалеку от блока аэротенков. Подача воздуха в воздуховоды осуществляется турбокомпрессором ТВ-300-1,6М-02 производительностью 18000 м³/ч. Удельный расход воздуха на аэрацию иловой смеси на ГОС чрезвычайно высокий. Применяемые для аэрации турбокомпрессоры морально устарели, имеют низкий КПД, не позволяют осуществлять регулирование подачи воздуха в зависимости от расхода поступающих сточных вод и содержания растворенного кислорода в иловой смеси.

Строительные конструкции

Стенки аэротенка состоят из сборных железобетонных блоков. Качество изготовления железобетонных конструкций следует признать неудовлетворительным, поскольку толщина защитного слоя бетона над рабочей арматурой ниже нормативного значения. В бетонных стенках можно различить сильно разрушенные коррозией арматурные стержни, что может привести к ослаблению общей прочности конструкции. Кроме того, в местах стыков внутренних перегородок также наблюдаются протечки. Железобетонные конструкции аэротенка находятся в неудовлетворительном состоянии и требуют капитального ремонта для дальнейшей бесперебойной работы, а также с целью сохранения несущей способности аэротенков.

1.3.2.4 Вторичные отстойники

Из аэротенков иловая смесь самотеком поступает во вторичные радиальные отстойники диаметром 30 м (поз. 7 Внутриплощадочные сети), количество вторичных отстойников - 4 шт. В работе находятся 3 отстойника. Во вторичных отстойниках происходит разделение активного ила и очищенных сточных вод.

Выпавший на дно вторичных отстойников активный ил откачивается с помощью илососов, в иловую камеру отстойника, далее циркулирующий и избыточный ил эрлифтами перекачивается в камеру распределения активного ила. Из камеры распределения активного ила циркулирующий ил распределяется в две секции аэротенка. Избыточный ил из распределительной камеры самотеком поступает в приемный резервуар избыточного ила (поз. 28 Внутриплощадочные сети), после чего перекачивается на иловые площадки.

Для интенсификации влагоотдачи сырого осадка и избыточного ила перед их подачей на иловые площадки в насосной станции сырого осадка производится дозирование раствора флокулянта в смесь сырого осадка и избыточного ила.

Гидравлическая нагрузка при 3-х работающих вторичных отстойниках составляет $0,8-0,9 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, что должно обеспечивать низкий уровень выноса взвешенных веществ из вторичных отстойников. Концентрация взвешенных веществ на выходе из вторичных отстойников составляет $5-15 \text{ мг/дм}^3$, однако периодически наблюдается повышенный вынос ила из вторичных отстойников – $20-30 \text{ мг/дм}^3$. Это может быть вызвано несколькими причинами: недостаточным удалением избыточного ила, нарушение общей кратности рециркуляции активного ила из трех отстойников, нарушение кратности рециркуляции активного ила из отдельных вторичных отстойников.

Механическое и электротехническое оборудование

Илососы находятся в рабочем состоянии и эксплуатируются. Распределительные устройства и водосливы вторичных отстойников также эксплуатируются и работают исправно.

Строительные конструкции

Стенки вторичных отстойников, распределительная чаша, выпускные каналы, иловые камеры на сегодняшний день эксплуатируются и работают исправно.

1.3.2.5 Доочистка сточных вод

После вторичных отстойников сточные воды направляются в приемный резервуар блока доочистки (поз. 10 Внутриплощадочные сети), после чего сточные воды подаются в скорые фильтры (поз. 9 Внутриплощадочные сети). Промывка фильтрующей загрузки фильтров осуществляется фильтратом из резервуара промывной воды (поз. 12 Внутриплощадочные сети). Загрязненные промывные воды направляются в резервуар грязной промывной воды (поз. 11 Внутриплощадочные сети), после чего равномерно перекачиваются в голову ГОС (приемная камера поз. 1 Внутриплощадочные сети).

Качество сточных вод после узла доочистки: взвешенные вещества – $1-5 \text{ мг/дм}^3$, БПК_{полн} – $1,2-5 \text{ мг/дм}^3$. Периодически в фильтрате каркасно-засыпных фильтров наблюдается увеличение концентрации взвешенных веществ до 20 мг/дм^3 . Это объясняется биообрастанием песчаной загрузки и недостаточной степенью ее регенерации.

Механическое и электротехническое оборудование

Насосное оборудование фильтров, трубопроводы и арматура на сегодняшний день эксплуатируются и работают исправно.

Строительные конструкции

Стенки фильтров, перекрытия на сегодняшний день эксплуатируются и работают исправно.

1.3.2.6 Обеззараживание сточных вод

Обеззараживание очищенных сточных вод после каркасно-засыпных фильтров производится посредством УФ-облучения.

Три установки УФ-облучения располагаются в отдельно стоящем здании. Механическое и электротехническое оборудование

Оборудование установок УФ-облучения, трубопроводы и арматура эксплуатируются и работают исправно.

Строительные конструкции.

Строительные конструкции здания установок УФ-облучения эксплуатируются и находятся в рабочем состоянии.

1.3.2.7 Обработка осадка

Избыточный активный ил из резервуара избыточного ила (поз. 28 Внутриплощадочные сети) перекачивается в насосную станцию сырого осадка поз. 5 Внутриплощадочные сети). В насосной станции сырого осадка осуществляется дозирование раствора флокулянта в сырой осадок и избыточный ил. Далее сырой осадок и избыточный ил перекачиваются на аварийные иловую площадки (поз. 21 Внутриплощадочные сети). Обезвоживание осадка осуществляется за счет каскадного отведения иловой воды. Каждая карта иловых площадок оснащена дренажным щелевым колодцем. Сырой осадок и избыточный ил подаются на карту №1, где происходит расслоение осадка, жидкая фракция осадка из карты № 1 отводится через дренажный колодец на иловую карту №2, далее жидкая фаза проходит отстаивание, после чего через дренажный колодец иловая вода поступает на карту №3, после карты №3 иловая вода через дренажный колодец поступает на карту №4. Далее иловая вода поступает в насосную станцию иловой воды (поз. 16 Внутриплощадочные сети) и перекачивается в голову очистных сооружений для совместной обработки с исходными сточными водами.

Следует обратить *особое внимание на неоправданное отступление от проектной технологической схемы* - аэробная стабилизация сырого осадка и избыточного ила с их уплотнением и последующее обезвоживание уплотненной смеси осадка. Перекачка неуплотненного избыточного ила на иловые площадки вызывает брожение осадка и избыточного ила, выделение азота аммонийного и фосфора в иловую воду, тем самым увеличивается поступление вторичных загрязнений азота и фосфора с иловой водой в голову ГОС.

Вывод по разделу

1. Работа решеток и песколовок не вызывает нареканий.

2. Работа первичных отстойников.

3. Первичные отстойники работают с низкой гидравлической нагрузкой, по этой причине наблюдается высокий эффект задержания взвешенных веществ, в осветленных стоках содержится низкие концентрации органических веществ, что отрицательно сказывается на Аэротенки. Конструкция аэротенков морально устарела и не обеспечивает глубокую степень очистки от биогенных

элементов. Необходимо осуществить модернизацию аэротенков с выделением анаэробных, аноксидных и аэробных зон.

4. Система аэрации морально и физически устарела, существующую систему аэрации и воздухоудовки необходимо заменить с установкой оборудования для автоматического регулирования содержания кислорода в иловой смеси и расходов нагнетаемого воздуха. Модернизация системы аэрации позволит обеспечить значительное снижение энергопотребления и повысит эффективность удаления азота и фосфора.

5. Перекачка циркулирующего ила из вторичных отстойников в аэротенки, осуществляемая эрлифтами, обладает низким КПД, чрезвычайно энергозатратна, с целью снижения энергозатрат целесообразно осуществлять перекачку циркулирующего ила центробежными насосами.

6. Узел доочистки сточных вод работает удовлетворительно, необходимо обратить внимание на регенерацию песчаной загрузки, включая периодическую дезинфекцию загрузки раствором гипохлорита натрия.

7. Работа блока обеззараживания сточных вод УФ-облучения не вызывает нареканий.

8. Существующая технологическая схема обезвоживания сырого осадка и избыточного ила неоправданно увеличивает вторичные загрязнения в поступающих на очистку сточных водах. Необходимо в соответствии с проектом ГОС осуществлять аэробную стабилизацию сырого осадка и избыточного ила с последующим уплотнением стабилизированного осадка и его обезвоживанием.

9. Работа блока обеззараживания сточных вод УФ-облучения не вызывает нареканий.

10. Существующая технологическая схема обезвоживания сырого осадка и избыточного ила неоправданно увеличивает вторичные загрязнения в поступающих на очистку сточных водах. Необходимо в соответствии с проектом ГОС осуществлять аэробную стабилизацию сырого осадка и избыточного ила с последующим уплотнением стабилизированного осадка и его обезвоживанием.

1.3.3. Обоснование выбора технологии очистки сточных вод.

1.3.3.1. Цели и задачи проектирования

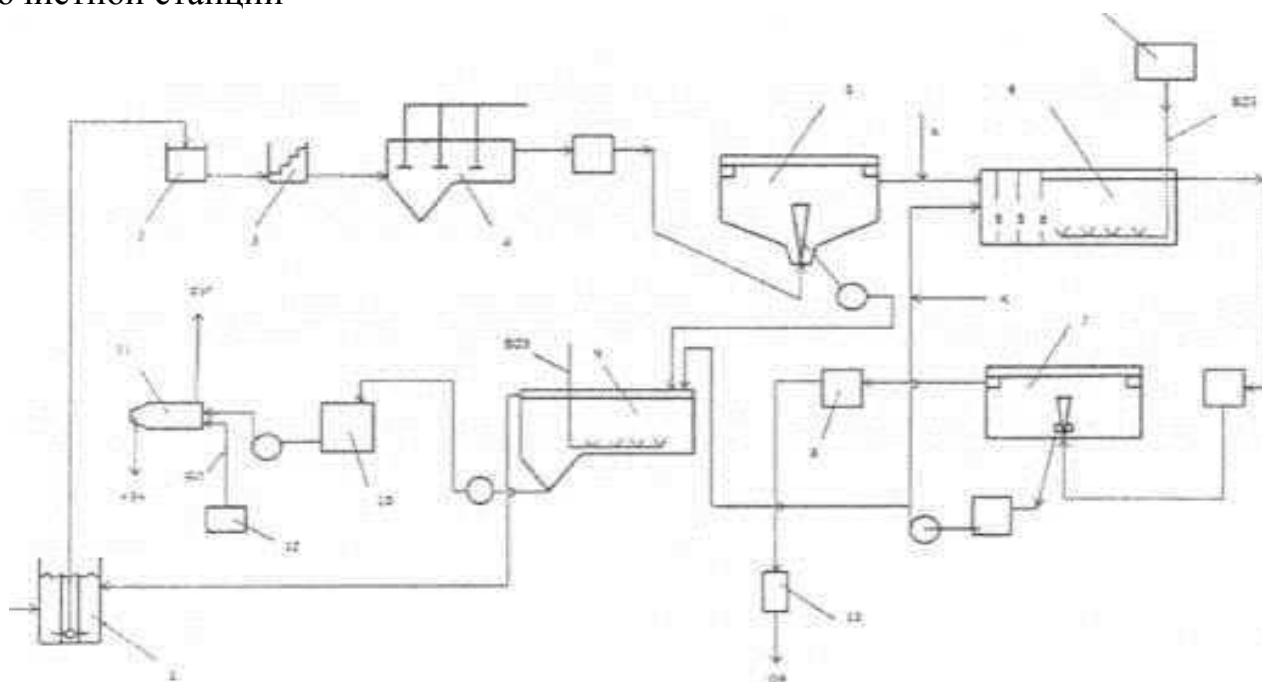
Проект очистных сооружений ГОС г. Железногорск был реализован в 2008 г. Технология очистки, сооружения, оборудование ГОС морально и физически устарели, требуется модернизация очистных сооружений с целью повышения качества очищенных сточных вод. Это прежде всего относится к содержанию азота аммонийного, азота нитратов, фосфора фосфатов очищенных сточных вод. Повышение качества очистки сточных вод достигается путем внедрения современных методов биологической, физико-биологической очистки и обработки осадков.

За истекшие десятилетия со времени проектирования ГОС появи-

лись новые энергосберегающие технологии и оборудование. Задачей настоящего проекта является внедрение современных передовых технологий и оборудования, хорошо себя зарекомендовавших на передовых предприятиях очистки сточных вод, как за рубежом, так и в РФ. Современные технологии направлены на повышение качества очистки сточных вод и обработки осадка, на снижение энергопотребления в ходе очистки сточных вод.

1.3.3.2 Рекомендуемая технологическая схема очистки сточных вод и обработки осадка

Технологическая схема очистки сточных вод представлена на рисунке 1
Рисунок 1– Рекомендуемая технологическая схема канализационной очистной станции



- 1 - насосная станция; 2 - приемная камера; 3 - решетки; 4 - песколовки; 5 - первичные отстойники;
6 - блок биологической очистки; 7 - вторичные отстойники; 8 - узел доочистки;
9 – аэробный минерализатор осадка; 10 - резервуар осадка; 11 - обезвоживание осадков; 12 - установка дозирования флокулянта; 13 - блок УФ-облучения; 14 - воздуходувная станция.
ОВ - очищенные воды; ВОЗ - сжатый воздух; ФЛ - флокулянт; ФУГ - фугат; К - возможные точки ввода коагулянта.

Сточные воды последовательно проходят механическую очистку на решетках, песколовках, первичных отстойниках. Далее сточные воды подвергаются биологической очистке в аэротенках с удалением азота и фосфора.

Пройдя биологическую очистку в аэротенке, иловая смесь направляется во вторичные отстойники. Рециркуляция иловой смеси осуществляется циркуляционными насосами.

После вторичных отстойников сточные воды направляются в блок до-

очистки – каркасно-засыпные фильтры.

На завершающем этапе очищенные сточные воды подвергаются обеззараживанию на установках УФ-облучения. Очищенные и обеззараженные сточные воды через рассеивающий выпуск сбрасываются в р. Енисей.

Сырой осадок и избыточный ил направляются в аэробный минерализатор. После уплотнения стабилизированный осадок направляется в блок обезвоживания осадка.

Выводы по разделу.

1. Целесообразно применение технологической схемы биологической очистки сточных вод от азота и фосфора, позволяющей осуществлять глубокое удаление биогенных элементов - азота и фосфора.

2. Глубокое удаление фосфора из сточных вод целесообразно осуществлять с использованием коагулянта – сульфата трехвалентного железа, с введением реагента на стадии биологической очистки сточных вод в циркуляционный активный ил либо в осветленные сточные воды.

1.3.4. Исходные данные.

Таблица 1.5- Расчетные расходы сточных вод

| Расчетные расходы сточных вод | | |
|-------------------------------|---------------------|----------|
| Наименование расходов | Единица измерения | Значение |
| средний | м ³ /сут | 32000 |
| | м ³ /ч | 1333 |
| | м ³ /с | 0,370 |
| максимальный | м ³ /ч | 2066 |
| | м ³ /с | 0,574 |
| минимальный | м ³ /ч | 826 |
| | м ³ /с | 0,229 |

1.3.4.1 Состав поступающих и очищенных сточных вод

Состав поступающих сточных вод определяется по данным, полученным от эксплуатирующей организации - МП «Гортеплоэнерго» г. Железногорск.

Требования к качеству очищенных сточных вод приняты с учетом кратности разбавления сточных вод и категории водоприемника - Енисей в качестве водоема рыбохозяйственного назначения.

Таблица 1.6- Состав исходных и очищенных сточных вод ГОС

| Показатели | Размерность | Концентрация | |
|---------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|
| | | Исходные сточные воды | Очищенные сточные воды |
| Взвешенные вещества | мг/дм ³ | 194 | 3 |
| БПК _{полн} | мг/дм ³ | 160 | 3 |
| БПК ₅ | мг/дм ³ | 135 | 2 |
| ХПК | мг/дм ³ | 375 | 30 |
| Азот общий | мг/дм ³ | 26,2 | 10 |
| Азот аммонийный | мг/дм ³ | 25,9 | 0,39 |
| Азот нитритов | мг/дм ³ | 0,7 | 0,02 |
| Азот нитратов | мг/дм | 0,4 | 9,1 |
| Фосфор фосфатов | мг/дм ³ | 3,3 | 1,0 |
| Нефтепродукты | мг/дм | 1,7 | 0,05 |
| СПАВ | мг/дм ³ | 1,7 | 0,1 |

Таблица 1.7- Среднемесячная температура поступающих сточных вод ГОС г. Железнодорожска, С°

| Месяцы года | | | | | | | | | | | | Год |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 18,7 | 18,5 | 18,4 | 18,8 | 19,7 | 21,9 | 20,9 | 20,8 | 20,8 | 20,4 | 20,7 | 20,6 | 2017 |

По данным эксплуатирующей организации средняя температура поступающих сточных вод составляет:

- среднегодовая 20,0°С
- средняя зимняя 18,5°С
- средняя летняя 21,3°С

1.3.5 Технология очистки сточных вод и обработка осадков после реконструкции.

1.3.5.1 Отстойники первичные радиальные

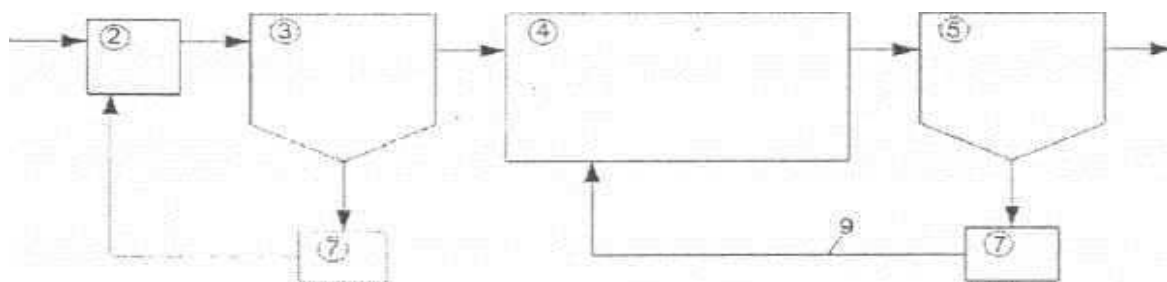
Процесс гидролиза для биологического удаления азота и фосфора.

Удаление фосфора и денитрификация не происходят без наличия источника легкоразлагаемого углерода, кроме того для денитрификации азота требуется легко окисляемая органика. В исходных сточных водах ощущается дефицит легко окисляемой органики, поэтому целесообразно получать дополнительный органический субстрат в виде летучих жирных кислот из органических

веществ, содержащихся в осадке первичных отстойников путем его подбрасывания.

Для интенсификации процессов выделения жирных кислот из осадков первичных отстойников целесообразно осуществлять рециркуляцию осадка. Технологическая схема с рециркуляцией осадка первичных отстойников представлена на рис. 2. Осадок первичных отстойников непрерывно откачивается в резервуар, либо в нижний канал песколовки, в который поступают не осветленные сточные воды. При этом происходит непрерывное вымывание образовавшихся при брожении летучих жирных кислот, которые вместе со сточными водами поступают в первичные отстойники и затем с осветленными стоками - в сооружения биологической очистки.

Рисунок 2- Технологическая схема гидролиза осадка первичных отстойников



1 - исходные сточные воды; 2 - резервуар подбрасывания осадка; 3 - первичный отстойник; 4 - аэротенк нитри- денитрификации; 5 - вторичный отстойник; 6 - очищенные сточные воды; 7 - насосная станция; 8 - избыточный ил на обработку; 9 - циркулирующий ил; 10 - сырой осадок первичных отстойников на обработку.

Кислое брожение может происходить при нахождении сырого осадка в анаэробных условиях в течении 4-8 суток. Расход рециркулируемого осадка составляет от 5 до 20% от среднего расхода.

Процесс предварительного сбрасывания может сочетаться с реагентным осаждением фосфатов.

В насосной станции сырого осадка для ацедофикации рекомендуется установить насос циркуляции сырого осадка. Сырой осадок непрерывно перекачивался в канал после песколовки, где будет происходить перемешивание циркулирующего сырого осадка со сточными водами. Производительность циркуляционного насоса составляет 130 м³/час. Резервный насос находится на складе. Такая схема работы первичных отстойников внедрена на ЮЗОС г.ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

В Таблице 1.6 представлены принятые показатели удаления загрязняющих веществ на этапе механической очистки. Эти показатели определены с учетом ферментации (ацедофикации) осадка первичных отстойников. В ходе очистки сточных вод происходит увеличение концентраций растворимого фосфора и азота. Концентрация общего азота повышена из-за увеличения содержания азота аммонийного вследствие ферментации осадка. При использовании традиционной схемы очистки сточных вод снижение общего азота происходит

за счет удаления азота, содержащегося в твердой фазе осадка. При ферментации осадка происходит анаэробное разложение органических веществ осадка с выделением в сточные воды летучих жирных кислот и азота аммонийного, за счет чего повышается содержание общего азота сточных вод, поступающих в аэротенк.

Таблица 1.8 – Технологические параметры первичных отстойников.

| № п/п | Наименование показателей | Единицы измерения | Значение |
|-------|--|--------------------------|-------------------|
| 1 | Расчетный расход сточных вод с учетом коэффициента неравномерности | м ³ /ч | 2066 |
| 2 | Количество отстойников | штук | 3 |
| 3 | Габариты отстойника: - рабочая глубина с учетом слоя осадка - диаметр - объем проточной части секции с учетом слоя осадка | м м м ³ | 1,5 30 3179 |
| 4 | Продолжительность отстаивания сточных вод | ч | 1,5 |
| 5 | Эффект осветления по взвешенным веществам | % | 50 |
| 6 | Общий расход циркуляции сырого осадка | м ³ /ч | 200 |
| 7 | Объем сырого осадка, удаляемого из отстойников (Вл=95%) | м ³ /сут | 62 |
| 8 | Зольность осадка | % | 27 |
| 9 | Количество осадка по сухому веществу | т/сут | 3,1 |
| 10 | Уровень осадка в ПО | м | 1,5 |

Таблица 1.9 – Расчетные концентрации сточных вод до и после первичного отстаивания

| № п/п | Наименование показателей | Единицы измерения | Концентрация загрязнений сточных вод | |
|-------|--------------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|
| | | | до отстаивания | после отстаивания |
| 1 | Взвешенные вещества | г/м ³ | 194 | 97 |
| 2 | БПК ₅ | г/м ³ | 135 | 94 |
| 3 | БПК _{полн} | г/м ³ | 162 | 115 |
| 4 | ХПК | г/м ³ | 375 | 188 |
| 5 | Азот аммонийный | г/м ³ | 26 | 260 |
| 6 | Азот общий | г/м ³ | 26,2 | 27,2 |
| 7 | Фосфор фосфатов | г/м ³ | 3,3 | 3,5 |
| 8 | Фосфор общий | г/м ³ | 5,5 | 4,5 |

1.3.5.2. Аэротенк биологического удаления азота и фосфора

Описание процесса биологической очистки

На практике, работа сооружений ЛНВ-технологии ориентирована, в первую очередь, на контроль удаления азота, поскольку процесс удаления азота взаимосвязан с процессом удаления фосфора. Требуемый возраст ила фактиче-

ски определяется степенью нитрификации. В целом, задача состоит в том, чтобы поддерживать низкую концентрацию нитратов в возвратном иле и аноксидной зоне (в зависимости от принятой конфигурации процесса) и не допускать поступление нитратов в анаэробную зону. Эту задачу можно выполнить при помощи контроля интенсивности аэрации и расходов циркуляционных потоков на основании непрерывного мониторинга содержания кислорода, нитратов и окислительно-восстановительного потенциала во всех зонах аэротенка. Возраст ила должен быть минимальным, при условии достижения требуемой степени нитрификации сточных вод.

Биологический процесс удаления фосфора чувствителен к колебаниям качества поступающих на биологическую очистку сточных вод, особенно при низких значениях органической нагрузки. При эксплуатации аэротенков JНВ-технологии чаще всего возникают следующие проблемы:

1) конфликтующие потребности процесса углубленного биологического удаления фосфора и удаления азота на стадиях пребывания иловой смеси в отдельных зонах аэротенка;

2) дефицит легкоокисляемого субстрата по ХПК в поступающих стоках;

3) вторичные загрязнения в виде обогащенных фосфором возвратных сточных вод после обработки осадка (вследствие вторичного высвобождения фосфора при обезвоживании и сбраживании осадков на иловых площадках).

Проблема дефицита легкоокисляемой органики по ХПК успешно решается, например, при помощи гидролиза осадка первичных отстойников (ацедофикация). Для устранения помех, вызванных поступлением фосфора с возвратными стоками от обработки осадка, необходимо использовать соответствующие решения при проектировании систем обработки осадка:

- раздельное уплотнение осадка первичных отстойников и избыточного ила;

- минимизация времени уплотнения избыточного ила в илоуплотнителях.

Аэротенк, работающий по ШВ-технологии, конструкция которого будет использована при реконструкции двух секций аэротенка, состоит из пяти функциональных зон. Эти зоны соответствуют четырем функциональным режимам:

- Анаэробная зона, в которой высвобождается биологически связанный фосфор. Присутствие свободного кислорода или нитратов не допускается. Перемешивание в этих зонах осуществляется механическим способом.

- Аноксидные зоны, в которых происходит разложение азота нитратов с образованием газообразного азота и окисление органического углерода нитратами. Присутствие свободного кислорода не допускается. Перемешивание в этих зонах осуществляется механическим способом.

- Аэробные зоны, в которых азот аммонийный окисляется с образованием нитратов, а органический углерод окисляется до образования углекислого газа. Эти зоны аэрируются.

На рисунке представлена технологическая схема биологической очистки в аэротенках с использованием JНВ-процесса. Возвратный ил и 30% осветлен-

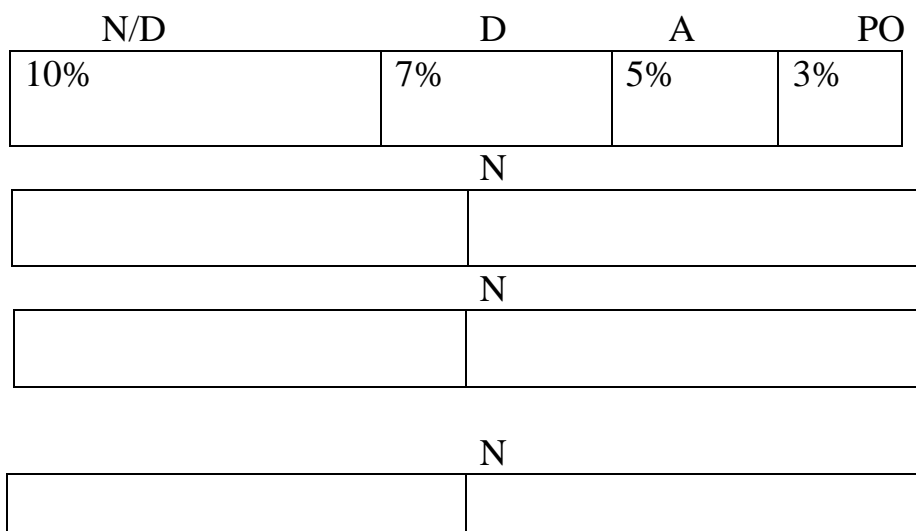
ных сточных вод поступают в зону 1 (предденитрификации). Остальные 70% осветленных сточных вод подаются в зону 2 (анаэробная). Распределение потока осветленных сточных вод осуществляется при помощи шлюзовых затворов. Нитрифицированная иловая смесь возвращается из конца зоны нитрификации в зону 3 (аноксидная) при помощи погружных осевых насосов.

Зона 4 является маневренной зоной, то есть ее можно эксплуатировать как в анноксидном режиме работы, так и аэробном режиме, в зависимости от температуры сточных вод и требуемого уровня удаления азота. Зоны 5-7 всегда используются в качестве аэробных зон, поэтому в них предусмотрена только аэрация.

Систему перемешивания осветленных сточных вод в верхнем канале аэротенка, и иловой смеси в нижнем канале, где в настоящее время применяется аэрация, необходимо изменить.

Перемешивание необходимо осуществлять, при помощи пропеллерных мешалок, чтобы исключить осветление осветленной жидкости растворенным кислородом.

Рисунок 3- Схема процесса JNB для ГОС г. Железнодорожска



PD – предденитрификатор; D – денитрификатор; A – анаэробная зона;
N- нитрификатор; D/N – маневренная зона.

Таблица 1.10- Расчетные данные по проектированию биологической очистки сточных вод по Иоханнесбургской технологии

| Параметры | Размерность | Величина |
|---|-----------------------|----------|
| Доза ила | г/л | 3-4 |
| Нагрузка на ил | кг/(кг*сут) | 0,06 |
| Прирост ила | г/м ³ | 75,3 |
| Возраст ила | сут. | 27,0 |
| Содержание азота в иле | д.е. | 0,06 |
| Содержание фосфора в иле | д.е. | 0,03 |
| Нитрифицированный азот | мг/л | 21 |
| Продолжительность пребывания в анаэробной зоне | ч | 0,97 |
| Скорость денитрификации | г/(м ³ *ч) | 7,6 |
| Скорость нитрификации | г/(м ³ *ч) | 1,5 |
| Продолжительность денитрификации | ч | 1,6 |
| Продолжительность пребывания в маневренной зоне | ч | 1,46 |
| Продолжительность нитрификации | ч | 12,0 |
| Общая продолжительность | ч | 16,2 |
| Кратность рециркуляции нитрифицированной иловой смеси- | % | 130 |
| Количество насосов рециркуляции нитрифицированной иловой смеси в одной секции аэротенка | шт. | 1 |
| Количество насосов рециркуляции нитрифицированной иловой смеси в двух секциях аэротенка | шт. | 2 |
| Производительность насоса рециркуляции нитрифицированной иловой смеси | м ³ /ч | 670 |

Объем зон двух секций аэротенка:
 объем предденитрификатора – 650 м³;
 объем анаэробной зоны – 1080 м³;
 объем анаксидной зоны – 1500 м³;
 объем маневренной зоны – 2160 м³;
 объем зоны аэрации – 16200 м³.
 Суммарный объем – 21600 м³.

1.3.5.3 Аэрация иловой смеси

Определение расхода воздуха на аэрацию аэротенков.

Потребление кислорода в аэротенке определяется по формуле:

$$SOTR=Q_s \cdot [(LEN - LEX) + 4.57 \times NN - 2.86 \times ND]/Do \times aF \quad (1.12)$$

где Q_s – расчетный расход сточных вод, м³/ч;
 L_{en} – БПК₅ осветленных сточных вод, г/м³;
 L_{ex} – БПК₅ очищенных сточных вод, г/м³;
 NN – нитрифицированный азот, г/м³;

ND – денитрифицированный азот, г/м³;
D₀ – дефицит кислорода в зонах аэрации, д.е.;
aF – коэффициент качества сточных вод.

Расход воздуха на аэрацию определяется по формуле

$$Q_{\text{air}} = 100 \times SOTR / J_O \times SOTE \quad (1.13)$$

где J_O – содержание кислорода в подаваемом воздухе, г/м³;
SOTE – коэффициент переноса кислорода, %.

В таблице 1.10 представлены результаты расчета расхода подаваемого в аэротенк воздуха.

Таблица 1.10- Результаты расчета расхода подаваемого в аэротенк воздуха.

| № пп | Наименование показателей | Номер зоны секции аэротенка | | | |
|---------|---|-----------------------------|------|------|------|
| | | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Площадь зоны, м | 216 | 2700 | 2700 | 2700 |
| 2 | Размеры в плане, м | 36x6 | 90x6 | 90x6 | 90x6 |
| 3 | Глубина аэротенка, м | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | Расход воздуха, мн/час | 432 | 1080 | 1080 | 1080 |
| 5 | Интенсивность аэрации, м ³ /(м ² *час) | 2 | 2 | 2 | 2 |

В таблице 1.10 представлены расчетные удельные показатели переноса кислорода для каждой зоны на одной секции, принятые для подбора технологических характеристик.

Важную роль в процессах биологической очистки сточных вод является маневренные зоны 4, которая может быть использована как аэробная зона (осуществляется аэрация), так и анаэробная зона (перемешивание иловой смеси производится мешалками). Использование маневренных зон зависит от температуры иловой смеси в аэротенке.

Режим 1: зона 4 аэробная.

Режим 2: зона 4 анаэробная.

Режим 1 применяется при расчетной температуре иловой смеси 16-18°C.

Режимы 2 и 3 применяются при расчетной температуре иловой смеси выше 18 °C.

В таблице представлены результаты расчета зон аэрации для двух режимов работы аэротенка. На основании скорости биологического окисления органических веществ, нитрификации и денитрификации определена скорость подачи растворенного кислорода в отдельные зоны аэротенка, выраженная в показателе SOTR.

Соответствующие показатели расходов воздуха представлены в таблице 5.4. Эти расходы определены, исходя из скорости массопередачи растворенного кислорода в иловую смесь SOTR и паспортных характеристик вы-

бранного типа аэраторов удельного показателя эффективности переноса кислорода (SOTE) для каждой зоны аэрации. Необходимо отметить, что все значения расходов воздуха в Таблице являются расчетными, т.к. фактические значения SOTE и, соответственно, расходы воздуха, предоставлены и гарантированы фирмой-поставщиком аэрационного оборудования.

На основании паспортных характеристик принятого типа аэраторов, устанавливаемых в каждой зоне секции аэротенка, был проведен расчет числа аэраторов и расходов воздуха. В зонах 4-10 секции аэроэтека после демонтажа старых аэраторов, трубопроводов и арматуры во всех зонах двух секций будут установлены новые дисковые мелкопузырчатые аэраторы.

Воздуходувная станция.

Таблица 1.11 – Характеристики воздуходувной станции.

| № пп | Наименование показателей | Размерность | Величина |
|------|--|----------------------|----------|
| 1 | Количество секций аэротенка | шт. | 2 |
| 2 | Расход воздуха на аэрацию 2-х секций аэротенка | Нм ³ /час | 9000 |
| 3 | Общий расход воздуха (без учета эрлифтов) | Нм ³ /час | 9500 |
| 4 | Производительность воздуходувателя | Нм ³ /час | 10000 |
| 6 | Рабочее давление воздуходувателя: | | |
| | Стандартное рабочее давление, мбар | мбар | 649,1 |
| | Расчетное превышение давления, мбар | мбар | 34,48 |
| | Рекомендуемое расчетное давление воздуходувателя, мбар | мбар | 683,58 |
| 7 | Количество рабочих воздуходувателей | шт. | 1 |
| 8 | Количество резервных воздуходувателей | шт. | 2 |
| 9 | Общее количество воздуходувателей | шт. | 3 |

1.3.5.4 Перемешивание иловой смеси в анаэробной и аноксидных зонах аэротенка

Горизонтальные мешалки выполняют три основные функции: поддержание равномерной концентрации биомассы и субстрата в объеме реактора, предотвращение осаждения ила в аэротенке, предотвращение всплывания ила. Место установки мешалок: предденитрификационная зона, анаэробная зона, аноксидная зона, в аноксидной маневренной зоне устанавливаются мешалки и аэраторы.

Таблица 1.12 – Требования к выбору конструкции мешалок

| Наименование показателей | Ед. измерен. Величина | |
|------------------------------------|--|---------|
| Цель перемешивания | Гомогенизация иловой смеси, предотвращение седиментации активного ила. | |
| Перемешиваемая жидкость: | | |
| Вид жидкости | Активный ил | |
| Твердые вещества | % | 8 |
| Температура | °С | 14-25 |
| Средняя плотность | г/см ³ | 1,05 |
| Характеристика мешалки: | | |
| Вид мешалки | Пропеллерная погружная на горизонтальном валу | |
| Зона действия мешалки | м ³ | 360 |
| Количество рабочих колес в мешалке | шт. | 1 |
| Мощность электродвигателя | кВт | 1,5 |
| Время перемешивания | мин. | 20,5 |
| Средняя скорость жидкости | мм/с | 410 |
| Энергопотребление | Вт/м ³ | менее 6 |

Характеристика зон аэротенка перемешивания иловой смеси мешалками представлена в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Характеристика зон аэротенка механического перемешивания иловой смеси

| Наименование зоны | Размеры, м | Объем, м ³ | Количество мешалок, шт. | Потребл. мощность одной мешалки, кВт | Суммарная потребляемая мощность, кВт | Удельные энергозатраты Вт на 1 м ³ |
|--------------------|--------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| Предцелитрификатор | 10,8х6х5 | 324 | 1 | 1,5 | 1,5 | 4,6 |
| Анаэробная зона | 18х6,0х5,0 | 540 | 2 | 1,5 | 3,0 | 5,5 |
| Денитрификатор | 25,2х6,0х5,0 | 756 | 3 | 1,5 | 4,5 | 5,9 |
| Маневренная зона | 36х6,0х5,0 | 1080 | 3 | 1,5 | 4,5 | 4,2 |

1.3.5.5 Отстойники вторичные радиальные

Выпавший на дно радиальных вторичных отстойников активный ил откачивается илососами под гидростатическим давлением и поступает в иловые камеры. Из иловых камер иловая смесь будет поступать в существующий приемный резервуар избыточного ила насосно-воздуходувной станции.

В приемном резервуаре избыточного ила размещаются погружные насосы циркулирующего ила.

Каждый погружной насос циркулирующего ила имеет производительность 350 м³/час. К установке принято 2 рабочих погружных насоса (по числу секций аэротенка). Резервный насос - хранение на складе.

Насосы избыточного ила. Для откачки избыточного активного ила используются существующие насосы.

Использование погружных насосов циркуляции активного ила позволит резко сократить потери напора перекачиваемой жидкости по сравнению с существующей системой перекачки ила посредством эрлифтов и, соответственно, сократить потребление электроэнергии. Такая установка является простой и позволяет легко осуществлять замену насосов.

По напорным трубопроводам будет перекачиваться в существующую распределительную камеру циркулирующего ила.

Таблица 1.14-Расчетные данные по вторичным отстойникам

| № п/п | Наименование показателей | Единицы измерения | Величина |
|-------|--|-------------------------|----------|
| 1 | Расчетный расход сточных вод с учетом коэффициента неравномерности | м ³ /ч | 2066 |
| 2 | Количество отстойников | шт. | 4 |
| 3 | Площадь поверхности отстойников | м ² | 2826 |
| 4 | Гидравлическая нагрузка на поверхность отстойников | м ³ /(час*м) | 0,73 |
| 5 | Доза ила | кг/м ³ | 3-4 |
| 6 | Индекс ила | см ³ /г | 120 |
| 7 | Кратность рециркуляции ила | % | 50 |
| 8 | Количество насосов избыточного ила | шт | 4 |
| 9 | Производительность насоса циркулирующего ила | м ³ /час | 350 |
| 10 | Количество рабочих насосов | шт. | 2 |
| 11 | Количество резервных насосов | шт. | 1 |

Таблица 1.15 – Расчетные концентрации загрязнений после вторичного отстаивания.

| № п/п | Наименования показателей | Единицы измерения | Концентрация загрязне- ний сточных вод |
|----------|---|---------------------------|---|
| 1 | Производительность расчетная | тыс. м ³ /сут. | 220 |
| 2 | Дополнительные загрязнения от сбраживания осадка по азоту аммонийному | г/м ³ | 0 |
| 3 | Дополнительные загрязнения от сбраживания осадка по фосфору фосфатов | г/м ³ | 0 |
| 4 | Взвешенные вещества | г/м ³ | 10 |
| 5 | БПК ₅ | г/м ³ | 5,0 |
| 6 | БПКполн | г/м ³ | 8,0 |
| 7 | Азот аммонийный | г/м ³ | 0,39 |
| 8 | Азот нитратный | г/м ³ | 9,1 |
| 9 | Азот нитритный | г/м ³ | 0,02 |
| 10 | Азот общий | г/м ³ | 10 |
| 11 | Фосфор фосфатов | г/м ³ | 0,5 |
| 12 | Фосфор общий | г/м ³ | 1,0 |

1.3.5.6 Биолого-физи-кохимическое удаление фосфора

Для достижения концентрации фосфатов в сточных водах до ПДК водоемов рыбохозяйственного использования необходимо применение биолого-физи-ко-химического метода очистки сточных вод. Предлагается использовать коагулянт сернокислосое железо $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, дозирование коагулянта целесообразно производить в осветленные сточные воды или в циркулирующий активный ил.

Для этих целей целесообразно строительство здания реагентного хозяйства. Дозирование коагулянта целесообразно осуществлять в канал осветленных сточных вод после первичных отстойников или в трубопровод циркулирующего ила.

На ГОС реагент будет поставляться в виде порошка в полиэтиленовых мешках (биг-бэгах) массой по 1000 кг.

При использовании порошкового коагулянта $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ расход товарного продукта составит 1,28 т/сут. Годовой расход коагулянта по товарному продукту – 467 т/год.

Таблица 1.16 – Технологические параметры работы узла биолого-физико-химической очистки сточных вод.

| № пп | Наименование показателей | Размерность | Величина |
|------|---|------------------|----------|
| 1 | Производительность расчетная | м/сут | 32000 |
| 2 | Содержание Fe в товарном продукте | % | 20 |
| 3 | Доза коагулянта по Fe | г/м ⁵ | 8 |
| 4 | Расход коагулянта по Fe | кг/сут | 256 |
| 5 | Суточный расход товарного продукта | т/сут | 1,28 |
| 6 | Годовой расход коагулянта по товарному продукту | т/год | 467 |
| 7 | Масса реагентного осадка по сухому веществу | т/сут | 0,69 |
| 8 | Содержание фосфора в сточных водах после вторичных отстойников: | | |
| | Фосфор общий | г/м ³ | 0,5 |
| | Фосфор фосфатов | г/м ³ | 0,2 |

1.3.5.7 Аэробная стабилизация смеси сырого осадка и избыточного ила

На первом этапе предлагается обрабатывать осадок по технологической схеме в соответствии с проектным решением. Сырой осадок и избыточный ил направляются в аэробный стабилизатор, после чего минерализованный осадок проходит уплотнение и перекачивается на иловые площадки.

В таблице 1.17 представлены технологические параметры стабилизации и уплотнения смеси сырого осадка и избыточного ила в аэробном минерализаторе.

Таблица 1.17 – технологические параметры стабилизации и уплотнения смеси сырого осадка и избыточного ила в аэробном минерализаторе.

| № п/п | Наименование показателей | Размерность | Величина |
|-------|--|---------------------|----------|
| 1 | Масса сырого осадка по сухому веществу | т/сут | 3,1 |
| 2 | Зольность сырого осадка | % | 27 |
| 3 | Масса сырого осадка по беззольному веществу | т/сут | 2,26 |
| 4 | Эффект минерализации беззольного вещества | % | 35 |
| 5 | Масса минерализованного сырого осадка по сухому веществу | т/сут | 2,08 |
| 6 | Объем сырого осадка | м ³ /сут | 62 |
| 7 | Прирост ила | г/м ³ | 75,3 |
| 8 | Масса избыточного ила по сухому веществу | т/сут | 2,4 |
| 9 | Зольность избыточного ила | % | 27 |
| 10 | Масса избыточного ила по беззольному веществу | т/сут | 1,75 |
| 11 | Масса реагентного осадка | т/сут | 0,69 |
| 12 | Эффект минерализации беззольного вещества | % | 35 |
| 13 | Влажность избыточного ила | % | 99,8 |
| 14 | Объем избыточного ила и реагентного осадка | м ³ /сут | 1545 |
| 15 | Масса минерализованного избыточного ила по сухому веществу | т/сут | 1,79 |

| | | | |
|----|---|---------------------|------|
| 16 | Масса сухого вещества минерализованного осадка | т/сут | 4,78 |
| 17 | Влажность уплотненного минерализованного осадка | % | 97 |
| 18 | Объем минерализованного осадка | м ³ /сут | 159 |
| 19 | Расход иловой жидкости | м ³ /сут | 1448 |

Иловая жидкость из аэробного стабилизатора перекачивается в голову очистных сооружений. Уплотненный осадок направляется на аварийные иловые площадки.

На втором этапе избыточный активный ил подвергается дополнительно механическому уплотнению на ленточном сгустителе. Ленточный сгуститель будет размещаться в здании механического обезвоживания осадка. В результате сгущения образуется уплотненный избыточный ил влажностью 93-94%. Далее уплотненный избыточный ил и сырой осадок смешиваются и направляются для обезвоживания на ленточный фильтр-пресс или центрифугу. В результате образуется обезвоженный осадок влажностью 75% и фугат. Обезвоженный осадок направляется на утилизацию, а фугат перекачивается в голову очистных сооружений.

Таблица 1.18 – Характеристика работы ленточного уплотнителя для обработки смеси осадка ПО и УАИ

| № п/п | Наименование показателя | Единицы измерения | Значение |
|-------|---|---------------------|----------|
| 1 | Масса сухого вещества сырого осадка | т/сут | 3,1 |
| 2 | Влажность сырого осадка | % | 95,00 |
| 3 | Расход осадка | м ³ /сут | 62 |
| 4 | Прирост ила | г/м ³ | 75,3 |
| 5 | Масса избыточного ила по сухому веществу | т/сут | 2,4 |
| 6 | Масса реагентного осадка | т/сут | 0,69 |
| 7 | Влажность смеси избыточного ила и реагентного осадка | % | 99,8 |
| 8 | Объем избыточного ила и реагентного осадка | м ³ /сут | 1545 |
| 9 | Влажность избыточного ила и реагентного осадка после сгущения | % | 93 |
| 4 | Объем избыточного ила после сгущения | м ³ /сут | 103 |
| 5 | Объем сгущенного избыточного ила и сырого осадка | м ³ /сут | 165 |
| 6 | Влажность обезвоженного осадка | % | 75 |
| 7 | Объем обезвоженного осадка | м ³ /сут | 24,8 |
| 8 | Расход фугата и сливной воды | м ³ /сут | 1582 |

1.3.6 Управление технологическим процессом

Для всех измеряемых значений, как правило, необходимо программиро-

вать, как минимум, четыре уровня поступающей информации (нижний предел тревоги, нижнее значение сигнализации, верхнее значение сигнализации, верхний предел тревоги).

1.3.6.1 Общие положения

В основу эксплуатации и управления технологическим процессом положена следующая иерархия:

1. Выбор целевого значения возраста ила на основании температуры иловой смеси. При этом определяется количество удаляемого избыточного ила и, соответственно, концентрация взвешенных веществ для активного ила.

2. Определение достаточного количества аэрируемых зон аэротенка, чтобы время пребывания сточных вод в аэробных условиях было достаточным для обеспечения требуемого эффекта нитрификации.

3. Применение достаточной суммарной кратности рециркуляции циркуляции (перекачка возвратного ила + циркуляция нитрифицированной иловой смеси) для достижения целевого значения удаления азота.

4. Распределение суммарной кратности рециркуляции между перекачкой возвратного ила и нитрифицированной иловой смесью таким образом, чтобы нитраты не попадали в анаэробную зону. Это является необходимым условием для процесса глубокого удаления фосфора биологическим методом.

Принципы указаны в списке в порядке убывания их приоритетности. Систему автоматизации следует запрограммировать таким образом, чтобы при перебоях в технологическом процессе или работе оборудования отказ от соблюдения этих принципов происходил в порядке 4 - 3 - 2 - 1.

Распределение сточных вод между зонами предварительной денитрификации и анаэробными зонами также является важным параметром для эффективного удаления фосфора при помощи ЛНВ-технологии. Однако возможность непрерывного регулирования шлюзовых распределяющих затворов отсутствует. Оптимальное распределение определяется методом подбора в процессе эксплуатации. Когда это соотношение будет определено, положение шлюзовых затворов следует менять только при наличии серьезных оснований для этого. Например, могут быть установлены разные положения для работы в дневном и ночном режиме.

1.3.6.2 Аэрация иловой смеси

Целевое значения давления в основном воздуховоде поддерживается при помощи регулируемых воздухонагнетателей. Регулирование подачи воздуха в зоны аэротенка осуществляется в зависимости от потребности в кислороде. Для контроля положения воздушных задвижек в зонах аэрации используются оксиметры QIC-101... 104 и расходомеры воздуха FIC-141... 146.

Воздухонагнетатели.

В настоящее время на ГОС используются турбовоздуходувки с постоянной производительностью, подключенные к общему воздуховоду. Возможности регулировки объемов подачи воздуха крайне ограничены. Частичное регулирование осуществляется путем изменения положения задвижки со стороны всасывания. В будущем рекомендуется закупка и установка новых турбокомпрессоров с возможностью регулирования расхода воздуха.

В дальнейшем сжатие и подача воздуха в азротенки будет осуществляться с помощью одноступенчатых центробежных воздуходувных агрегатов, например, Turbo либо Atlas Copco, характеризующихся изменяющимися, рассеивающими лопастями и сервоприводом для продолжительного контроля регулируемого потока, с точным турборедуктором, автоматической системой смазки масляным туманом и всеми приборами защиты, требуемыми для системы мониторинга. Напряжение электродвигателей - 6 кВ.

Постоянное пребывание обслуживающего персонала в здании не предусматривается.

Для снижения акустического воздействия на прилегающие жилые территории, предусматривается установка глушителей шума, на всасывающих патрубках, на выходе из воздуходувных агрегатов, на продувочных клапанах воздуходувных установок.

Работа воздуходувной станции автоматизирована, при этом каждая единица оборудования может настраиваться индивидуально. Каждый воздуходувный агрегат будет иметь отдельный фильтр и глушитель. В новых воздуходувных агрегатах предусмотрена предварительная закрутка потока воздуха, поступающего на турбину, что позволяет экономить до 10% электроэнергии.

Реконструкция главного входного коллектора воздуходувных агрегатов будет осуществляться с использованием системы внутренней облицовки, устойчивой к высоким температурам.

Аэрационная система будет работать непрерывно, с регулируемой производительностью.

Воздуходувные агрегаты будут электроприводными, одноступенчатыми, центробежными, укомплектованными коробками передач, направляющими аппаратами, регулируемые диффузорами и системой жидкой смазки с водяным или воздушным охлаждением. Каждый воздуходувный агрегат устанавливается на общей несущей раме, включая вспомогательное оборудование.

Цель направляющего аппарата и системы регулируемых диффузоров - регулирование производительности каждой воздуходувки с 100% до 45%, оптимизируя при этом эффективность работы воздуходувного агрегата во всем рабочем диапазоне регулирования.

Общая несущая рама воздуходувного агрегата должна иметь амортизационные опоры, чтобы обеспечить эффективную виброизоляцию между компрессором и полом.

Воздуходувные агрегаты будут оборудованы системой мониторинга вибрации, подсоединенной к местной панели управления.

Предлагаемый диаметр регулирующих клапанов - 250 мм, диаметр распре-

делительных труб - 300 мм. Воздуховоды аэрационной системы будут подводиться к каждой точке распределения ниже поверхности воды, чтобы избежать высокого уровня шума.

Расход воздуха будет измеряться термическими массовыми расходомерами, установленными между коллектором и регулирующим клапаном.

Целевой уровень давления в воздуховоде поддерживается при помощи воздухоманетателей следующим образом:

- до закупки новых воздухоманетателей, оператор вручную регулирует положение задвижек воздуха, включает и выключает компрессоры, в зависимости от показаний манометра в воздуховоде;
- после закупки новых воздухоманетателей, система управления воздухоманетателями (включенная в состав поставки) постоянно поддерживает давление, исходя из целевого значения, полученного с локальной станции, и показаний манометров в воздуховоде.

В последнем случае возможно несколько режимов эксплуатации системы. Проработка этих режимов не входит в задачи данной работы.

Количество аэрируемых зон.

Оператор эксплуатирует зону 4 в режиме аэрации (нитрификация) или перемешивания (денитрификация), в соответствии с принятой главным технолог стратегией эксплуатации. Помимо зависимости от температурных факторов, аэрация в переменных зонах может выключаться в ночное время или в другие периоды, для которых характерно снижение нагрузки. Для надежной нитрификации, содержание азота аммонийного в конце секции аэрации необходимо постоянно поддерживать на уровне 0,4 мг/л.

Если зона 4 работает в режиме перемешивания, ее аэрирование должно автоматически включаться на 5 минут раз в сутки, например, в 7.00. Это необходимо для того, чтобы исключить осаждение активного ила и засорение аэраторов.

Информация о числе аэрируемых зон и расчеты суммарного аэрируемого объема в различное время (с интервалом не более 1 ч) хранится в системной памяти. Эта информация используется, например, для автоматического управления процессом удаления избыточного ила.

Контроль подачи воздуха

Концентрация растворенного кислорода в зонах аэрации и расход воздуха, направляемого в каждую зону аэрации, непосредственно контролируется индивидуальными контурами управления задвижками. Оператор задает значение концентрации растворенного кислорода и/или установочные значения расхода воздуха для каждого контура. Контроль положения воздушных регулирующих задвижек осуществляется на основании измерений растворенного кислорода и расходов воздуха, подаваемых в каждую зону. Оксиметры устанавливаются в зонах 5 - 10, а также воздушные расходомеры - в зоне 4. При этом действует следующая иерархия:

Таблица 1.18

| Измерение концентрация кислорода | Расходомер воздуха | Задвижка |
|----------------------------------|--------------------|--------------|
| QIC-101 | FIC-141 FIC-142 | CV-01 CV -02 |
| QIC-102 | FIC-143 | CV-03 |
| QIC-103 | FIC-144 | CV-04 |
| QIC-104 | FIC-145 FIC-146 | CV-05 CV-06 |

Контуры управления азрации могут в индивидуальном порядке переключаться из ручного режима в автоматический и обратно.

В ручном режиме положение регулирующей задвижки можно изменять в диапазоне 0-100 % при помощи дистанционного сигнала из диспетчерской.

В автоматическом режиме предусмотрено три субрежима:

1. Контроль постоянного расхода воздуха, при котором оператор задает значения расхода воздуха в каждой зоне для приборов FIC-141... 146, контролирующих положение задвижек. Измерения концентраций растворенного кислорода служат только для информации и не включаются в контур управления;

2. Прямой контроль степени насыщения иловой смеси растворенным кислородом, при котором оператор задает значения концентраций растворенного кислорода для приборов QIC-001.. .004, контролирующих положение задвижек. Измерения расходов воздуха служат только для информации и не включаются в контур управления;

3. Каскадный контроль, при котором оператор задает значения концентраций растворенного кислорода для приборов QIC-101...104, которые определяют установки для приборов измерения расхода воздуха FIC-141... 146, контролирующих положение задвижек.

Вариант 3 соответствует стратегии по умолчанию. Благодаря каскадированию медленного регулирования скорости насыщения иловой смеси растворенным кислородом и быстрого (расход воздуха) контура, данный подход обеспечивает наиболее надежное управление. Варианты 1 и 2 можно использовать, например, когда неисправны приборы для измерения концентраций растворенного кислорода или воздушные расходомеры.использовать, например, когда неисправны приборы для измерения концентраций растворенного кислорода или воздушные расходомеры.

Корректировка отклонения регулирования проводится с шагом 3%. Расчет новых значений для управления выполняется с интервалом 6 минут. Если измеренные значения концентрации растворенного кислорода значительно отличаются от заданных (на 15% или больше), интервал контроля сокращается (на 2 минуты).

Контроль положения задвижек, подающих воздух в зону, где отсутствуют прямые измерения концентрации растворенного кислорода, осуществляется по соотношению, на основании показаний ближайшего оксиметра, расположенно-

го ниже по течению. Соотношение определяет отклонение целевого значения расхода воздуха (вариант 3) или положения задвижки а (вариант 2) по сравнению с соответствующими значениями для зоны, где получены измеренные концентрации растворенного кислорода, используемые для контроля.

Ограничения по условиям безопасности

Оператор может ввести в систему верхние и нижние предельные значения расходов воздуха в каждой зоне (FIC-141... 146), чтобы защитить аэраторы от чрезмерных расходов воздуха и, соответственно, обеспечить достаточное перемешивание в периоды пониженной нагрузки. Кроме того, положение регулирующих воздушных задвижек в зонах 6-8 (которые всегда аэрируются и, в отличие от зон 4 и 5, в них не требуется периодическое отключение аэрации) может быть ограничено при помощи механических ограничителей.

Тревожные сигналы:

Для аэрации необходимо запрограммировать следующие тревожные сигналы:

- конфликтные и общие аварийные сигналы компрессоров;
- аварийные сигналы по максимальному пределу для коррекции управления;
- истечение более 28 часов со времени последней автоматической аэрации зон 4 и 5, если эти зоны работают в режиме перемешивания.

1.3.6.3. Управление работой мешалок

В зонах денитрификации, анаэробной зоне используются горизонтальные мешалки с постоянной скоростью вращения, оснащенные индивидуальными устройствами включения/выключения электропривода. Кроме того, перемешивание в зоне 4 автоматически выключается при включении аэрации и включается, когда аэрация прекращается. Считается, что аэрация зоны прекращена, когда соответствующая воздушная регулирующая задвижка переведена в ручной режим, и на протяжении 5 минут указатель её положения показывает степень открытия не более 2%.

В ручном режиме оператор определяет количество используемых мешалок.

В автоматическом режиме мешалки в зоне 4 работают в соответствии с режимом эксплуатации и находятся под контролем системы автоматизации. Мешалки в зонах 1, 2, 3 работают постоянно.

Тревожные сигналы:

- конфликтные сигналы мешалок;
- мешалка не работает, и аэрация не включена (зона 4).

Блокировки

- недопущение работы мешалки, когда зона аэрируется автоматически отключается с остановкой аэрации.

1.3.6.4 Расчет поступающего расхода сточных вод

Расход сточных вод после первичных отстойников, которые поступают в секцию аэротенка, определяется как разность измеренного расхода иловой смеси на выходе аэротенка и расхода возвратного ила:

$$Q_s = Q_{\text{mix}} - Q_i \quad (1.13)$$

где Q_{mix} – расход иловой смеси перед вторичными отстойниками, м³/ч;
 Q_i – расход возвратного ила, м³/ч.

1.3.6.5 Рециркуляция нитрифицированной иловой смеси

Насосы рециркуляции SP-01 и SP-02 - погружные осевые насосы с частотными преобразователями. Они располагаются в зоне дегазации. В обычных условиях оба насоса постоянно работают.

В ручном режиме насосы можно включать/выключать и регулировать их скорость в диапазоне 0-100 %.

В автоматическом режиме работа насосов контролируется по условию постоянного расхода или постоянного соотношения.

В случае контроля постоянного расхода, оператор задает значение суммарной производительности, и управление работой насосов осуществляется при помощи устройств контроля расходов FIC-001 и FIC- 002. Расходы измеряются ультразвуковым расходомером. Если для достижения целевой производительности требуется работа двух насосов, один насос работает на 100% скорости, а второй регулируется при помощи частотного преобразователя.

В случае контроля по соотношению, оператор задает значение процентную кратность рециркуляции: отношение расхода циркуляционного нитрифицированной иловой смеси к расходу поступающих СВ (0-200 %).

$$R_{\text{tot}} = R_i + R_N$$

$$R_i = Q_i / Q_s * 100$$

$$R_N = Q_N / Q_s * 100$$

где R_{tot} R_i R_N – кратность рециркуляции суммарная, возвратного ила, нитрифицированной иловой смеси, %;

Q_s – расход поступающих сточных вод, м³/ч;

Q_i – расход возвратного активного ила, м³/ч;

Q_N – расход нитрифицированной иловой смеси, м³/ч.

Постоянно обновляемое заданное значение суммарной производительности рециркуляции $Q_{\text{tot}} = Q_i + Q_N$ определяется на основании процентной величины

кратности рециркуляции R_{tot} .

Расход рециркуляции нитрифицированной иловой смеси Q_N имеет верхний и нижний пределы, которые ограничивают диапазон установочных значений. Если расход сточных вод Q_s в секцию аэротенка превышает максимальный расчетный расход или становится меньше минимального значения расчетного расхода, производительность насоса циркуляции нитрифицированной смеси больше не будет зависеть от расхода поступающих сточных вод и остается на предельном уровне до тех пор, пока значение Q_s не вернется в допустимый диапазон.

Значение поступления сточных вод Q_s определяется как среднее значение по 30 замерам, произведенным с интервалом 10 секунд. Оператор может задать число замеров, по которым выполняется расчет, в диапазоне от 1 до 100 с интервалом от 1 до 900 секунд.

Тревожные сигналы:

аварийные сигналы по максимальному пределу для коррекции управления:
- установочное значение не достигнуто.

1.3.6.6 Возраст и концентрация активного ила

Возраст активного ила – это важнейший параметр для процесса биологической очистки. Надежный контроль возраста ила является необходимым условием стабильного и эффективного удаления азота и фосфора биологическим методом. Для контроля возраста ила, нужно знать количество удаляемого избыточного ила, а также концентрацию твердой фазы в избыточном иле и концентрацию активного ила во всех секциях аэротенков.

Возраст ила определяется расчетным путем с учетом удаляемого избыточного активного ила и выноса ила из вторичных отстойников:

$$Trs = TS_{air} * W_{air} / (Q * TS_{en} + Q_s * TS_{en}) \quad (1.14)$$

Расчетное количество избыточного ила складывается из массы БПК₅ (в зависимости от возраста ила, температуры и соотношения:

$$TS_{en} / БПК_5; \quad (1.15)$$

где TS_{en} – концентрация взвешенных веществ на входе в аэротенки) и части избыточного активного ила, образующейся вследствие применения коагулянта (в зависимости от типа и дозы) для изъятия фосфора.

На ГОС расход избыточного ила можно регулировать при помощи автоматических задвижек, но этого недостаточно, требуется дополнительная установка расходомеров и средств регулировки для измерений и регулирования расхода избыточного ила.

Непрерывные измерения твердой фазы избыточного и уплотненного ила

не производятся. Необходимо выполнять такие измерения в автоматическом режиме во всех секциях аэротенках, в камере возвратного ила или приемном резервуаре насосной станции возвратного ила. Приборы для он-лайн измерений следует регулярно калибровать по результатам измерений ХБЛ.

Система автоматизации должна помогать оператору в обеспечении заданного значения концентрации активного ила. В такой системе оператор вводит с экрана целевой возраст ила. Система считывает измеренные значения концентрации активного ила в аэротенке и сравнивает их с расчетным значением возврата ила, после чего определяет суточный объем избыточного ила, которые необходимо откачать, и соответствующим образом регулирует работу насосов избыточного ила.

Суточная потребность в удалении избыточного ила определяется расчетным путем исходя из состава поступающих сточных вод, нагрузки на активный ил с учетом уровней ила во вторичных отстойниках. На скорость осаждения активного ила во вторичных отстойниках оказывает влияние концентрация ила и иловый индекс.

Удаление избыточного ила может осуществляться непрерывно или периодически, в ручном или автоматическом режиме, в зависимости от принятого технического решения, производительности оборудования и предпочтений оператора. Контроль данной функции будет проработан более подробно после принятия технических решений данной функции, будет уточнен более подробно в процессе пуско-наладочных работ.

Как уже отмечалось, возраст ила должен быть минимальным, но достаточным, чтобы обеспечить требуемую степень нитрификации. Кроме того, необходимо принимать во внимание концепцию возраста ила для аэробных зон.

Продолжительность пребывания сточных вод в аэробных условиях имеет принципиальное значение для роста нитрифицирующих микроорганизмов, так как они могут развиваться только в аэробной среде при низкой нагрузке. Контроль возраста ила в аэробных зонах осуществляется путем регулировки суммарного возраста ила в системе и числа аэрируемых зон в секции аэротенка. Этот процесс можно регулировать следующим образом:

При высоких температурах:

- минимальный суммарный возраст ила;
- зона 4 аноксидная.

При средних и низких температурах:

- средний суммарный возраст ила;
- зона 4 аэробная.

Целевые значения возраста ила и предельные значения температур для смены режимов эксплуатации уточняются в процессе пуско-наладочных работ и последующей эксплуатации.

Поскольку возраст ила фактически изменяется медленно, система автоматики непрерывно вычисляет истинное суммарное значение возраста ила и продолжительность пребывания сточных вод в аэробных условиях в виде долгосрочных средних значений и выводит эти значения на экран компьютера

управления. Вычисления выполняются за период от 5 до 30 суток, заданный технологом или оператором.

1.3.6.7 Заключение по разделу

1. Поставленные цели повышения качества очистки сточных вод по биогенным элементам достигаются реконструкцией работы первичных отстойников и аэротенков. Первичное отстаивание осуществляется в режиме ацедофикации осадка. Биологическая очистка сточных вод осуществляется в аэротенках с использованием Йоханнесбургской технологии. Эта технология успешно применена с 2005 г. на Юго-Западных очистных сооружениях Санкт-Петербурга.

2. Снижение эксплуатационных затрат на аэрацию иловой смеси в аэротенках достигается за счет применения современных воздухонагнетателей с автоматической регулировкой расхода подаваемого воздуха в зависимости от содержания растворенного кислорода в иловой смеси аэротенков. Подобные воздухонагнетатели успешно применяются на Юго-Западных очистных сооружениях.

3. Повышение эффективности работы вторичных отстойников и снижение энергозатрат на циркуляцию активного ила достигается заменой эрлифтов на центробежные насосы. Такое решение успешно реализовано на очистных сооружениях Юго-Западных очистных сооружений Санкт-Петербурга, Южное Бутово и Зеленограда Московской области, планируется реконструкция насосной станции циркулирующего ила на Северной станции аэрации Санкт-Петербурга. Повышение эффективности обезвоживания и снижения объемов обезвоженного осадка достигается применением аэробного стабилизатора и обработкой ила флокулянтами, применением механического сгустителя избыточного ила и последующего обезвоживания смеси осадка и сгущенного избыточного ила на ленточных фильтр-прессах или центрифугах. Эти мероприятия позволят снизить объем полученного обезвоженного осадка в десятки раз.

4. Снижения вторичных загрязнений по азоту и фосфору, за счет сокращения иловой воды с аварийных иловых площадок достигается поэтапным внедрением современных средств обезвоживания осадка: 1 стадия - внедрение аэробной минерализации и уплотнения смеси избыточного ила и сырого осадка, 2 стадия - внедрения ленточного сгустителя избыточного ила, 3 стадия - внедрение центрифуг или ленточных фильтр-прессов для обезвоживания осадков.

5. Снижения вторичных загрязнений по азоту и фосфору, за счет сокращения иловой воды с аварийных иловых площадок достигается поэтапным внедрением современных средств обезвоживания осадка: 1 стадия – внедрение аэробной минерализации и уплотнения смеси избыточного ила и сырого осадка, 2 стадия – внедрения ленточного сгустителя избыточного ила, 3 стадия – внедрение центрифуг или ленточных фильтр-прессов для обезвоживания осадков.

2 Автоматика и аварийно-предупредительная сигнализация

2.1 Автоматика и аварийно-предупредительная сигнализация КНС г. Железногорска

В данном разделе отражено назначение и функциональные возможности электрооборудования (схемы автоматики, аварийно-предупредительной сигнализации), технические характеристики электрооборудования и изложен принцип его работы, описаны режимы работы КНС г. Железногорска.

В отношении надежности электроснабжения насосная станция отнесена к первой категории. Питание электрооборудования осуществляется по двум Вводам. При полном отсутствии напряжения на КНС-№2^а, аварийного выпуска на рельеф не предусмотрено. Станция спроектирована для работы без постоянного дежурного персонала. Для надежной работы электрооборудования КНС предусмотрено круглосуточное дежурство людей.

2.1.1 Электрооборудование

В состав основного электрооборудования КНС входят:

- 1) Щит силовой «ЩСУ».
- 2) Электродвигатели фекальных насосов №1 - №5;
- 3) Электродвигатель дренажного насоса;
- 4) КИП;
- 5) Шкаф «ШУН-3» управления дренажным насосом;
- 6) Шкаф «ШУН-1» и «ШУН-2» управления пятью насосами;
- 7) Автоматика управления КНС;
- 8) Автоматика управления насосами КНС;
- 9) Автоматика управления дренажным насосом;
- 10) Меры безопасности.

2.1.2 Щит силового управления ЩСУ

Щит ЩСУ смонтирован из восьми панелей и трех шкафов управления:

1. Панель №1 управления электрооборудованием щита ЩСУ;
2. Панель №2 управления электрооборудованием щита ЩСУ;
3. Шкаф управления задвижками: №12; №13 №14; №15;
4. Шкаф управления насосами ШУН-1;
5. Шкаф управления насосами ШУН-2;
6. Панель №7 подключения насосов от дизель генератора при авариях;
7. Панель №8 управления электрооборудованием щита ЩСУ;
8. Панель №9 управления электрооборудованием щита ЩСУ;
9. Панель №10 управления электрооборудованием щита ЩСУ;

Силовой щит ЩСУ имеет два независимых источника питания от КТП-23 ввод№1 и ввод №2, предназначен для электроснабжения собственных нужд

КНС-№2^а напряжением ~380/220В. Щит ЩСУ секционирован на две секции. Секции щита «ЩСУ» подключены друг к другу через межсекционный автомат №3(АВМ 20) КТП-23.

2.1.3 Электродвигатели фекальных насосов

На КНС в технологическом процессе задействованы пять основных фекальных насосных агрегатов ФН-1; ФН-2; ФН-3; ФН-4; ФН-5. Фекальные насосы №1, №2, №3, №4, №5, с электродвигателями: АИР250М6.

Электродвигатель-1:АИР250М6 имеет следующие технические характеристики:

| | |
|-------------------------------|---------------------|
| $U = \sim 380/660 \text{ В};$ | Класс изоляции - F; |
| $P = 55 \text{ кВт};$ | Режим - S; |
| $I_n = 103 \text{ А};$ | |
| $\cos \varphi = 87;$ | |

Электродвигатель-2:АИР250М6 имеет следующие технические характеристики:

| | |
|-------------------------------|-------------------|
| $U = \sim 380/660 \text{ В};$ | Класс изоляции-F; |
| $P = 55 \text{ кВт};$ | Режим-S; |
| $I_n = 103 \text{ А};$ | |
| $\cos \varphi = 87;$ | |

Электродвигатель-3: АИР250М6 имеет следующие технические характеристики:

| | |
|-------------------------------|-------------------|
| $U = \sim 380/660 \text{ В};$ | Класс изоляции-F; |
| $P = 55 \text{ кВт};$ | Режим-S; |
| $I_n = 103 \text{ А};$ | |
| $\cos \varphi = 87;$ | |

Электродвигатель-4:АИР250М6 имеет следующие технические характеристики:

| | |
|------------------------------|-------------------|
| $U = \sim 380/660 \text{ В}$ | Класс изоляции-F; |
| $P = 55 \text{ кВт}$ | Режим-S; |
| $I_n = 103$ | |
| $\cos \varphi = 87;$ | |

Электродвигатель-5:АИР250М6 имеет следующие технические характеристики:

| | |
|------------------------------|-------------------|
| $U = \sim 380/660 \text{ В}$ | Класс изоляции-F; |
| $P = 55 \text{ кВт}$ | Режим-S; |
| $I_n = 103$ | |
| $\cos \varphi = 87;$ | |

Технологическая работа насосов предусмотрена в режиме автоматики. В ходе эксплуатации необходимо обращать внимание на исправность питающего кабеля, уровень вибрации.

Электродвигатель дренажного насоса:

На КНС в технологическом процессе задействован один дренажный насос.

Электродвигатель - №8 типа: АИР 100L2У3

$U = \sim 220/380В$

Класс изоляции-F;

$P = 5,5кВт$

Режим-S;

$I_n = 11,2$

$\cos \varphi = 0,88$;

Электродвигатели фекальных насосов далее: ФН-1; ФН-2; ФН-3; запитаны от шкафа ШУН-1:

1. Фекальный насос - №1: электродвигатель АИР250М6 запитан от шкафа управления насосами ШУН-1 автоматический выключатель.....№5;

2. Фекальный насос - №2: электродвигатель АИР250М6 запитан от шкафа управления насосами ШУН-1 автоматический выключатель.....№7;

3. Фекальный насос - №3: электродвигатель АИР250М6 запитан от шкафа управления насосами ШУН-1 автоматический выключатель.....№9;

Шкаф ШУН-1 запитан через автоматический выключатель А1 от Секции-I щита ЩСУ;

Электродвигатели фекальных насосов далее ФН-4; ФН-5; запитаны от шкафа ШУН-2:

■ 1. Фекальный насос - №4: электродвигатель АИР250М6 запитан от шкафа управления насосами ШУН-2 автоматический выключатель.....№11;

■ 2. Фекальный насос - №5: электродвигатель АИР250М6 запитан от шкафа управления насосами ШУН-2 автоматический выключатель.....№13;

Шкаф ШУН-2 запитан через автоматический выключатель А2 от Секции-II щита ЩСУ;

Электродвигатель дренажного насоса электропривод-№8, запитан от шкафа ШУН-3;

Шкаф ШУН-3 запитан с панели-№2 автоматический выключатель А8 от секции-I;

Технологическая работа насосов предусмотрена в режимах автоматики. В ходе эксплуатации необходимо обращать внимание на температурный режим обмотки статора, подшипников, уровень вибрации.

Работа электродвигателя допускается при температуре:

1) подшипников качения до $90^{\circ}C$;

2) обмотки статора до $110^{\circ}C$;

Допускается вибрация электродвигателя при частоте вращения 1500 об./мин.-0,6 мм. При работе электродвигателей необходимо следить за температурным режимом обмотки статора, подшипников, уровнем вибрации.

Электродвигатели должны быть немедленно отключены от сети в следующих случаях:

- при несчастных случаях с людьми;
- при появлении дыма или огня из корпуса электродвигателя, а также из его пускорегулирующей аппаратуры;
- при поломке приводного механизма, ненормальном стуке;
- при резком увеличении вибрации подшипников агрегата;
- при нагреве подшипников сверх допустимой температуры, установленной в инструкции завода-изготовителя;
- при повышенном температурном режиме электродвигателя.

При аварийном отключении электродвигателей персонал обязан немедленно поставить в известность начальника смены ОДС (ЦДП), начальника участка, мастера-электрика.

При эксплуатации электродвигатели должны быть заземлены для защиты персонала от поражения электрическим током.

2.1.4 КИП

Для технологического контроля и автоматизации работы канализационной насосной станции проектом предусмотрен следующий объем измерений:

- давление в напорных трубопроводах насосов;
- уровень сточных вод в приемном резервуаре;
- Аварийный уровень сточных вод в приемном резервуаре.
- Аварийный уровень в машинном зале.

Первичные приборы и технологические датчики устанавливаются по месту измерения, вторичные приборы на щите технологического контроля в насосной станции.

Питание щита КИП производится напряжением 24В от блока питания шкафа управления «ШУН-1» станции управления.

2.1.5 Описание и работа ШУН-1и ШУН-2

2.1.5.1 Назначение изделия

Шкаф управления Иртыш ШУ1-5.55.П5.0-32 (шкаф управления силовым оборудованием насосов-№1; №2; №3; далее ШУН-1). Шкаф управления Иртыш ШУ2-5.55.П5.0-32 (шкаф управления силовым оборудованием насосов-№4; №5; далее ШУН-2). Шкаф управления Иртыш ШУ-15.55.П5.0-32 (в шкафу расположена автоматика управления насосами - №1; №2; №3; №4; №5; далее ШУН-1) предназначен для управления работой и защитой от аварий пяти насосов. Основная функция шкафа поддержание уровня жидкости в приемном резервуаре, по показаниям датчиков бака. В качестве датчиков бака используются кондуктометрические датчики.

ШУН обеспечивает:

- Работу в ручном, дистанционном и автоматическом режимах;
- автоматическое включение оптимального количества насосов;
- равномерную наработку насосов, поочередное их включение по заданному алгоритму;
- получение информации о текущем состоянии насоса («Сеть», «Работа», «Авария», «Наработка»);
- защиту силовых цепей электродвигателей и цепей управления от коротких замыканий и перегрузок по току;
- запоминание аварийных ситуаций;
- контроль уровня в емкости (по средствам кондуктометрических датчиков).
- Поддержание протоколов обмена Modbus (RTU, ASCII, TCP), OВЕН.
- Возможность работы на прямую с портами контроллера для подключения нестандартных устройств.
- Контроллер имеет встроенные часы, для создания систем управления с учетом реального времени.
- Расширение количества точек ввода\ вывода осуществляется путем подключения внешних модулей ввода\ вывода по любому из встроенных интерфейсов.

На дверце шкафа расположены:

- программируемый логический контроллер ПК 207-220-04-00-05 (осуществляющий работу «ШУН-1 и ШУН-2» в автоматическом режиме);
- светосигнальная арматура на два ввода и пять насосных агрегатов («Сеть», «Питание насоса», «Работа», «Авария», арматура, указывающая на текущее состояние Ввода-№1; Ввода-№2, и состояние насосных агрегатов);
- Органы управления (кнопки управления насосами в ручном и дистанционном режиме, ключи переключения работы в ручном, дистанционном и автоматическом режиме «ШУН»).

Программой установленной в СПК 207-220-04-00-05, предусмотрена передача информации на диспетчерский пункт по средствам сети Enthernet (с использованием преобразователя интерфейса RS- 485/ Enthernet).

2.1.6 Автоматика управления КНС

На КНС предусмотрено ручное, дистанционное и автоматическое управление работой фекальных насосных агрегатов, аварийно-предупредительной сигнализации и аварийного включения резерва (АВР). Ниже изложен принцип работы цепей автоматики этих схем.

2.1.7 Режимы работы станции

2.1.7.1 Ручной режим работы

Для ручного запуска насоса необходимо перевести переключатель №РУЧН/СТОП/АВТ» в положение «РУЧНОЕ», а переключатель «МЕСТ/ДИСТ» в положение «МЕСТ».

Запуск и остановка насосов в ручном режиме осуществляется при помощи кнопок «ПУСК/СТОП», расположенных на дверце шкафа управления. При уровне жидкости в резервуаре ниже отметки «Уровень- 1» насос будет остановлен, а запуск будет запрещен (авария «сухого хода»).

2.1.7.2 Дистанционный режим работы

Для работы в дистанционном режиме необходимо для соответствующих насосов перевести переключатели « МЕСТ/ДИСТ » в положение « ДИСТ ». Запуск и остановка производится по сигналам типа «сухой контакт» на клеммы X12-X21. Для каждого насоса предусмотрены по две клеммы дистанционного управления, при этом сигналы от удаленных источников равнозначны, но сигнал «Стон на» имеет приоритет над сигналом «Пуск на».

При уровне жидкости в резервуаре ниже отметки «Уровень 1 насосы будут остановлены, а запуск будет запрещен (авария «Сухого хода»).

2.1.7.3 Автоматический режим работы

Для работы в автоматическом режиме необходимо для соответствующих насосов перевести переключатели «РУЧН/СТОП /АВТ.» в положение «АВТ» и переключатели «МЕСТ/ДИСТ» в положение «МЕСТ», при этом переключатель «ПУСК/СТОП» станции перевести в положение «ПУСК».

2.1.7.4. Алгоритм поддержания уровня жидкости

Шкаф управления работает по показаниям кондуктометрических датчиков уровня, либо по показаниям одного аналогового датчика уровня (показания датчика) соответствующие соответствующего уровня задаются в меню контроллера шкафа управления.

Таблица-2.1- Алгоритм включения насосов в соответствии с уровнями

| Положение | Состояние насосов |
|-----------|---|
| Уровень 1 | Выключение всех работающих насосов |
| Уровень 2 | Выключение одного работающего насоса |
| Уровень 3 | Включение одного рабочего насоса (всего работает 1 насос) |
| Уровень 4 | Включение двух рабочих насосов (всего работает 2 насоса) |
| Уровень 5 | Включение трёх рабочих насосов (всего работает 3 насоса) |
| Уровень 6 | Аварийный сигнал переполнения |

2.1.7.5 Порядок включения насосов

В шкафу управления насосами реализован алгоритм выравнивания наработки насосов, т.е. первым включится рабочий насос с наименьшей наработкой. Первым выключится насос, с наибольшей наработкой. Если наработка двух насосов одинакова, то приоритет на включение имеет насос с меньшим номером, а на выключение- с большим.

Всего в работе при автоматическом управлении могут находиться только 3 насоса. Любой из насосов может быть назначен как рабочим, так и резервным. При выходе из строя одного из насосов, взамен неисправного включается неработающий, основной (рабочий), либо, при нехватке основных, резервный. Включение резервного насоса осуществляется также, если рабочие насосы отсутствуют или переведены в ручной или дистанционный режимы.

При поступлении сигнала аварии насоса, неисправный насос отключается (работающий насос) и исключается из очереди на включение. Насос, переведённый из автоматического режима в режимы «РУЧН» или «СТОП», либо «ДИСТ», а также обозначенный в меню как отсутствующий (Насос – нет), исключается из очереди на включение.

При достижении Уровня 2, если работают 3 и более насосов, то включаться будут насосы, работающие в автоматическом режиме до тех пор, пока не останется работать только 2 насоса (включая те, что работают в ручном и дистанционном режимах). По достижении Уровня 1 поочередно (один за другим) выключатся все насосы, работающие в автоматическом режиме. Станция контролирует работу всех насосов во всех режимах. Потому в ситуации, когда работает 2 насоса в автоматическом режиме и ещё один запущен в ручном (всегда работает 3 насоса), станция не выдаст сигнал на запуск ещё одного (при появлении соответствующего условия). Однако, если в ручном (дистанционном) режиме запустить четвёртый насос, при трёх запущенных в автоматическом, сигнала на останов насосов так же выдаваться не будет (до появления соответствующего условия на отключение по алгоритму).

При уровне жидкости ниже Уровня 1 сигналы на запуск подаваться не будут, а все работающие насосы получают сигнал на остановку.

2.1.8 Описание устройства плавного пуска

Применение устройства плавного пуска (УПП) в данном щите управления позволяет:

- обеспечить плавную работу оборудования (электродвигателя и насоса);
 - избежать перегрузки питающей сети в момент пуска и остановки насосов, за счет снижения пусковых токов;
 - избежать гидравлических ударов в трубопроводах и запорной арматуре.
- Все это в свою очередь увеличивает срок их службы и снижает затраты на обслуживание оборудования. В настоящем шкафу управления применено устройство плавного пуска Altistart 22.

При обкатке насоса, в комплекте со шкафом управления, заводом – изготовителем сделаны необходимые и достаточные для работы системы управления двумя насосами установки, указанные в таблице

Таблица 2.2 – Руководство по эксплуатации шкафа ШУН-1

| Окно меню | Параметры | Установка |
|-----------|--|-----------|
| UIn | Линейное напряжение сети, В | 380 |
| In | Номинальный ток эл. Двигателя, А | 106 |
| t90 | Начальное напряжение, % | 20 |
| dEC | Время торможения, С | 5 |
| Snb | Количество пусков за данное время | 10 |
| SLG | Временной интервал заданного числа пусков, мин | 30 |
| UId | Пороговое значение недогрузки по току, % | 40 |
| UIt | Задержка времени защиты по недогрузке, с | 20 |
| OId | Пороговое значение перегрузки по току, % | 105 |
| OIt | Задержка времени защиты по перегрузке, с | 1 |
| PHr | Чередование фаз | 123 |
| USd | Порог защиты по низкому напряжению, % | 85 |
| OSd | Порог защиты по высокому напряжению, % | 115 |
| Add | Адрес ModBus устройства УПП | 2,3,4,5,6 |
| tbr | Скорость передачи данных ModBus | 19,2 |
| For | Формат передачи данных ModBus | 8n2 |

В остальных окнах меню использованы установки по умолчанию.

2.1.9 Описание и работа шкафа управления дренажным насосом ШУН-3

2.1.9.1 Назначение изделия

Шкаф управления Иртыш ШУ1-1.4.П.0-31 (ДУ) (далее - шкаф управления) предназначен для управления работой и защитой от аварий насосного агрегата. Основная функция шкафа - поддержание уровня жидкости в приемном резервуаре, по показаниям датчиков бака. В качестве датчиков бака используются кондуктометрические датчики.

2.1.9.2 Устройства индикации и управления

На дверце шкафа управления размещены следующие органы управления и индикации:

1. Индикатор «СЕТЬ»;
2. Индикатор «РАБОТА»;
3. Индикатор «АВАРИЯ УПП»;
4. Индикатор «ПЕРЕПОЛНЕНИЕ»;
5. Переключатель «РУЧН / АВТ»;
6. Переключатель «МЕСТ / ДИСТ»;
7. Кнопка «ПУСК»;
8. Кнопка «СТОП».

Таблица 2.3 – Назначение органов управления и индикации передней панели шкафа ШУН-3:

| Название | Описание | назначение |
|---------------------------|------------------|--|
| Индикатор «Сеть» | Желтый | На силовую часть схемы подано напряжение |
| Индикатор «Работа» | Зеленый | Двигатель насоса включен |
| Индикатор «Авария УПП» | Красный | Авария устройства плавного пуска |
| Индикатор «Переполнение» | Красный | Переполнение приемка дренажного насоса |
| Переключатель «Ручн/Авт» | 2 положения | Выбор режима работы |
| Переключатель «Мест/Дист» | 2 положения | Выбор источника управления |
| Кнопка «Пуск - Стоп» | Сдвоенная кнопка | Запуск и остановка насосов в ручном режиме |

2.1.10 Режим работы станции: шкаф ШУН-3

2.1.10.1 Ручной режим работы дренажного насоса

Для ручного запуска насоса необходимо перевести переключатель «РУЧН/АВТ» в положение «РУЧН», а переключатель «МЕСТ/ДИСТ» в положение «МЕСТ».

Запуск и остановка насосов в ручном режиме осуществляется при помощи кнопок «ПУСК» и «СТОП», расположенных на дверце шкафа управления.

2.1.10.2. Дистанционный режим работы дренажного насоса

Для работы в дистанционном режиме необходимо перевести переключатель «МЕСТ/ДИСТ» в положение «ДИСТ». В этом режиме запуск и остановка насосов осуществляется по внешним сигналам типа «Сухой контакт». Сигналы подаются на клеммы Х3 и Х4.

Сигналы «СТОП» (нормально замкнутый контакт) имеют приоритет перед сигналами «ПУСК» (нормально разомкнутый контакт). Сигналы от клеммы Х3 и Х4 равнозначны, но для запуска насоса в обязательном порядке оба сигнала

ла «СТОП» должны быть замкнуты. При дистанционном режиме контролируется нижний уровень и при снижении уровня жидкости ниже первого уровня насос будет остановлен.

2.1.10.3. Автоматический режим работы дренажного насоса

Для работы в автоматическом режиме необходимо перевести переключатель «РУЧН/АВТ» в положение «АВТ», а переключатель «МЕСТ/ДИСТ» в положение «МЕСТ».

Управления насосом в автоматическом режиме осуществляется по показаниям кондуктометрических датчиков уровня (Электродов).

Запуск насоса осуществляется при достижении верхнего второго уровня жидкости, остановка – при снижении уровня жидкости до отметки нижнего уровня. При достижении третьего уровня появляется сигнал о переполнении.

2.1.11 Описание устройства плавного пуска

Применение устройства плавного пуска (УПП) в данном щите управления позволяет:

- Обеспечить плавную работу оборудования (эл. двигателя и насоса);
- Избежать перегрузки питающей сети в момент пуска и остановки насосов, за счет снижения пусковых токов;
- Избежать гидравлических ударов в трубопроводах и запорной арматуре.

Все это в свою очередь увеличивает срок их службы и снижает затраты на обслуживание оборудования. В шкафу управления насосом, входящим в комплект поставки, применено устройство плавного пуска ATS 22.

При обкатке насоса, в комплекте со шкафом управления, сделаны установки УНН указанные в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Руководство по эксплуатации шкафа ШУН-3

| Окно меню | Параметры | Установка |
|-----------|--|-----------|
| UIn | Линейное напряжение сети, В | 380 |
| In | Номинальный ток эл. Двигателя, А | 9 |
| t90 | Начальное напряжение, % | 20 |
| dEC | Время торможения, С | 5 |
| Snб | Количество пусков за данное время | 10 |
| SLG | Временной интервал заданного числа пусков, мин | 30 |
| UId | Пороговое значение недогрузки по току, % | 60 |
| UIt | Задержка времени защиты по недогрузке, с | 20 |
| OId | Пороговое значение перегрузки по току, % | 105 |
| OIt | Задержка времени защиты по перегрузке, с | 1 |
| PHr | Чередование фаз | 123 |
| USd | Порог защиты по низкому напряжению, % | 85 |
| OSd | Порог защиты по высокому напряжению, % | 115 |

В остальных окнах меню использованы установки по умолчанию.

2.1.12 Аварийные режимы работы: шкафа ШУН-3

2.1.12.1 Аварии насосов

Для насосов сигнал аварии может поступать от УПП или прогенерироваться в контроллере (авария пуска). После получения сигнала аварии работа неисправного насоса блокируется. При этом на дверце шкафа загорается индикатор «авария» соответствующего насоса.

Для сброса аварии и перезапуска насоса после выяснения и устранения причины аварии необходимо нажать кнопку «сброс аварий» в меню «Основной экран» или «журнал аварий».

Если в автоматическом режиме при появлении команды пуска насоса сигнал обратной связи (насос запущен) отсутствует в течении 15 секунд (соответствует настройкам на экране «настройки»), контроллер выдает аварию не подтверждения пуска.

2.1.12.2 Авария датчиков уровня

Авария электродов возникает при противоречии в сигналах кондуктометрических датчиков. При невозможности принятия однозначного решения по электродам работа станции приостанавливается, при изменении состояния электродов (можно принять решение относительно уровня жидкости) станция снова запустится.

Если при этом есть аналоговый датчик и он в состоянии аварии, то работа станции продолжится по показаниям аналогового датчика. Авария аналогового датчика уровня возникает при обрыве или коротком замыкании аналогового датчика уровня (при этом аналоговый датчик должен быть включен в меню настроек). При этом авария аналогового датчика будет до тех пор, пока не устранят неисправность; после устранения аварии пропадет и работа будет продолжена. При аварии аналогового датчика работа станции переключается на работу по показаниям кондуктометрических датчиков. Авария «сухого хода» возникает при уровне жидкости ниже уровня-1, при этом все насосы останавливаются. Авария «переполнение» возникает при уровне жидкости выше уровня-6. Появляется индикация «Авария станции» и «Переполнение». Станция продолжает работать в прежнем режиме.

2.1.12.3 Авария Вводов питания

Авария ввода питания возникнет при соответствующем сигнале от реле напряжения, Т.Е. при несоответствии напряжения на входе требуемым параметрам. При аварии любого ввода питания работа станции будет продолжена, но из очереди включения будут исключены насосы запитанные от соответствующего ввода: от Ввода №1(клемма X1(приложение1) запитаны насосы 1;2;3; от Ввода №2(клемма X2 (приложение 2) запитаны насосы 4 и 5.

2.1.13 Аварийный режим работы шкафа ШУН-3

Таблица 2.5-Способы устранения неисправностей и аварий оборудования

| Неисправность | Индикация | Причина | Устранение |
|--|-----------------------|---|---|
| Насос не запускается, остановился во время работы. | Нет индикации | Отсутствие питающего напряжения на вводе шкафа управления. В водной автоматический выключатель отключился по причине короткого замыкания | Подать питающее напряжение Проверить состояние насоса. Проверить сопротивление изоляции. Запустить насос повторно |
| | «Сеть» «Авария УПП | Произошло аварийное отключение устройства плавного пуска | По коду аварии, отображаемому на дисплее устройства плавного пуска, определить тип неисправности (в соответствии с руководством по эксплуатации УПП ATS 22). Устранить неисправность. Запустить насос повторно. |
| Уровень воды упал, насос продолжает работать в автоматическом режиме | «Сеть» «Работа» | Неправильно подключены кондуктометрические датчики. Неисправность электродов. Неисправность сигнализатора уровня САУ-М6. | Подключить электроды в соответствии со схемой подключений. Заменить электроды. Заменить сигнализатор уровня. |
| Уровень воды вырос, насос не включился, аварийные сигналы отсутствуют. | «Сеть» | Неправильно подключены кондуктометрические датчики. Неисправность электродов. Неисправность сигнализатора уровня САУ-М6. Обрыв цепи электродов | Подключить электроды в соответствии со схемой подключений. Заменить электроды. Заменить сигнализатор уровня Устранить обрыв |

2.1.14 Меры безопасности

Необходимо периодически проверять надежность крепежных соединений электродвигателя насоса. Проверка и подтяжка крепежных соединений должна производиться только при отключенном электродвигателе.

При измерении параметров электродвигателя следует помнить, что:

1. Необходимо отключить кабель питания электродвигателя, от силовой колодки в шкафу управления электродвигателем.

2. Измерение сопротивления изоляции токоподводящего кабеля и обмоток электродвигателя в процессе эксплуатации разрешается, только при отключенном электродвигателе.

3. Проводить измерение мегомметром должны два электромонтера по распоряжению;

4. Перед началом работы с мегомметром необходимо исключить прикасание к токоподводящим частям;

5. После окончания испытания электродвигателя мегомметром, необходимо снять остаточный заряд с клемм электродвигателя прикосновением к занулению или к заземлению.

6. После окончания испытания кабеля электродвигателя мегомметром, необходимо снять остаточный заряд с наконечников кабеля электродвигателя прикосновением к занулению или к заземлению.

2.1.15 Аварийное отключение шкафов: ШУН-1; ШУН-2

Вы можете выключить устройство в любой момент с помощью главного выключателя перед мягким пускателем QF1 (питание насосов 1; 2; 3;) и QF2 (питание насосов 4 и 5), (необходимо отключить как питание силовой цепи, так и питание платы управления) автоматические выключатели цепей управления устройства плавного пуска QF6, QF8, QF10, QF12, QF14.

2.1.16 Аварии УПП (устройства плавного пуска)

При работе станции возможно появление аварийных ситуаций.

При возникновении аварии УПП тип аварии отображается на дисплее УПП (внутри шкафа управления). Для сброса аварии после выяснения и устранения причины её возникновения необходимо нажать клавишу ENT + прокрутка вперед + прокрутка назад. Нажатие клавиш производим на устройстве плавного пуска под дисплеем Altistart 22 (УПП).

С дисплея исчезает аварийное сообщение и сбрасывается неисправность устройства ATS 22.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система водоотведения города – это комплекс инженерных сооружений и устройств, служащих для приема и удаления сточных вод за пределы населенных пунктов, а также для их очистки и обеззараживания. Эта система является одной из важнейших сфер жизнеобеспечения города и имеет стратегическое значение для государства. Ее функционирование тесно связано с системой водоснабжения города. На канализацию воздействует множество факторов: природные, административные, экономические и др.

Деятельность системы водоотведения города должна полностью регламентироваться нормативными актами, но в российском законодательном обеспечении этой деятельности больше минусов, чем плюсов.

Системе водоотведения города присущ ряд проблем, который условно можно разделить на экономические и экологические проблемы. К экономическим можно отнести сильный износ фондов и нехватка средств на их реконструкцию и модернизацию. К экологическим: несоответствие сбрасываемых сточных вод нормативам, что приводит к отрицательной экологической обстановке в стране.

В мире накоплен большой опыт по решению проблем, связанных с водоотведением.

Анализ показал, что работе системе водоотведения г. Железногорск присущи следующие основные проблемы:

- на КНС сильный износ фондов, особенно трубопроводов, запорной арматура и насосных агрегатов (почти на 100 %);
- сброс в водоемы неочищенных стоков
- на канализационных очистных сооружениях требуется модернизация аэротенков с выделением анаэробных, аноксидных и аэробных зон для глубокой очистки сточных вод от азота и фосфора.

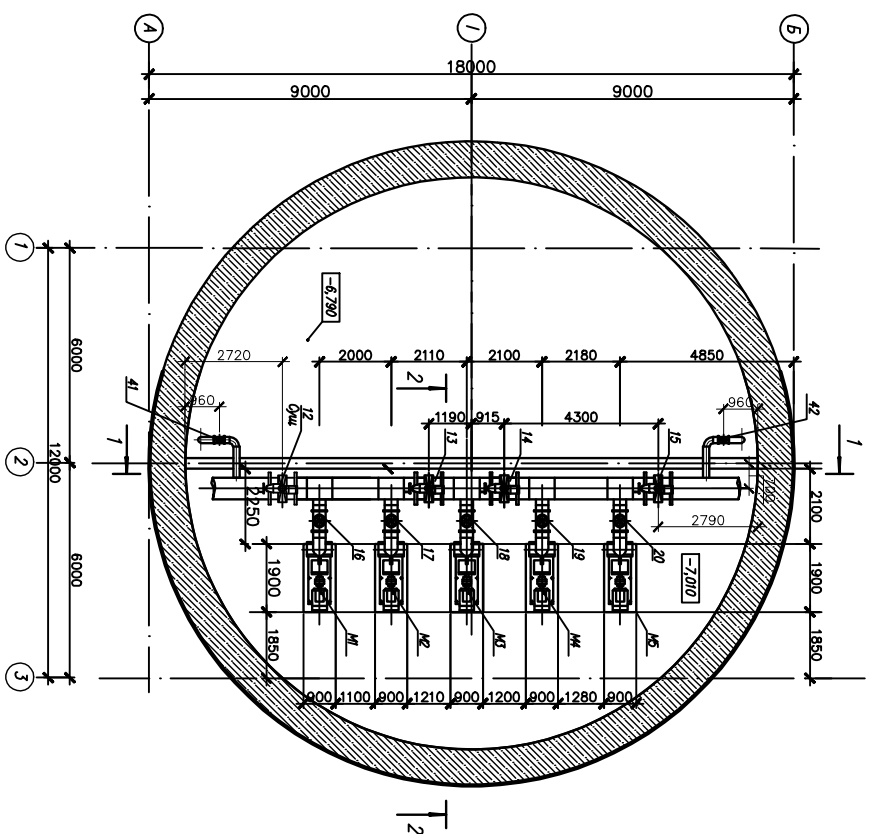
Для решения выявленных проблем были разработаны рекомендации. Среди них: монтаж новых современных систем очисток; замена старых труб на новые, более эффективные; замена насосных агрегатов на новые и более экономичные; замена физически изношенной запорной арматуры и др.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

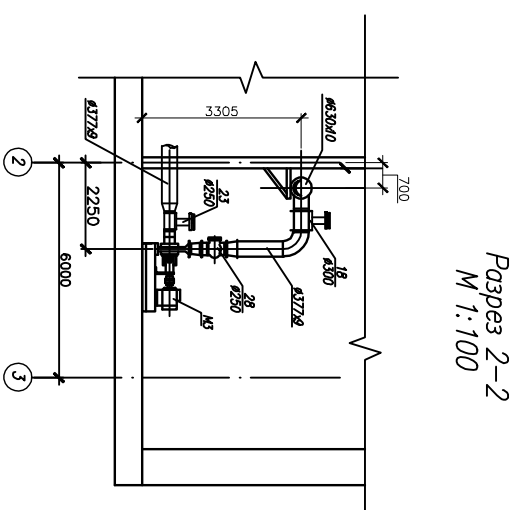
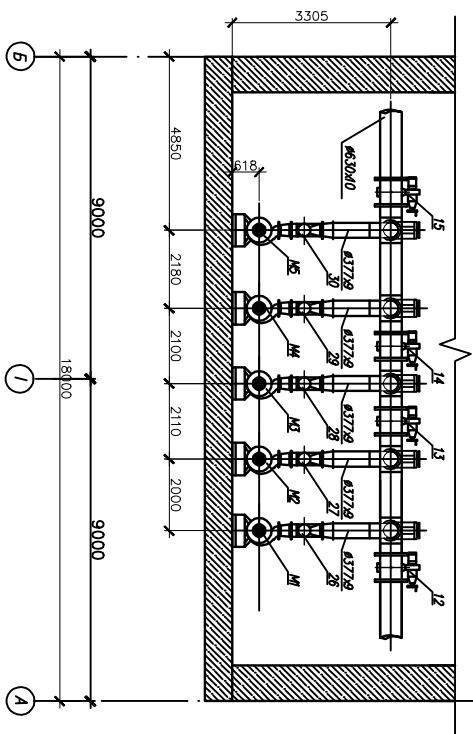
1. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации и ориентировочно безопасные уровни воздействия вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Государственный комитет Российской Федерации по рыболовству. Приказ N 96 от 28 апреля 1999 г. Москва.
2. СанПиН 2.1.5.980-00 Водоотведение населенных мест. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
3. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственнопитьевого и культурно-бытового водопользования.
4. Санитарно-эпидемиологический надзор за обеззараживанием сточных вод ультрафиолетовым излучением. Методические указания. МУ 2.1.5.732-99.
5. Правила приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов. Изд. 5-е, дополненное. Отдел научно-технической информации АКХ. Москва. 1989 г.
6. Приказ МПР РФ от 17 декабря 2007 г. N 333 об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей.
7. Б.Г. Мишуков, Е.А. Соловьева, В.А. Керов, Л.Н. Зверева. Технология удаления азота и фосфора в процессе очистки сточных вод. Справочное пособие. - СПб.: ЗАО «Электростандарт-Принт», 2008. - 144 с.
8. Degremont Технический справочник том 2 «Новый журнал» Санкт-Петербург 2007.
9. СП 32,13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения" Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85
10. Лукиных А.А., Лукиных А.Н. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского. Изд 4-е, дополненное. – М.: Стройиздат, 1974. – 156с.
11. Методические указания по подбору насосов насосных станций систем водоотведения. – Тюмень: ТюмГАСА, 1995. – 54с
12. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. М.: Стройиздат, 1986. – 320с.
13. Лобачев П.В. Насосы и насосные станции. – М.: Стройиздат, 1972. – 207с.
14. Монтаж систем внешнего водоснабжения и водоотведения: Справочник строителя/ А.К. Перешивкин, С.А. Никитин, В.П. Алимов и др. Под ред. А.К. Перешивкина, С.А. Никитина. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 828с.: ил.
15. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений/ А.С. Москвитин, Б.А. Москвитин, Г.М. Мирончик, Р.Г. Шапиро. Под ред. А.С. Москвитина. – М.: Стройиздат, 1979. – 430с (Справочник монтажника)
16. ГОСТ 21.601 – 79. Система проектной документации для строительства. Водопровод и канализация. Рабочие чертежи.

17. Татура А.В. Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения.–Ижевск: Издательство ИжГТУ, 2003.–178 с.
18. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов. - Прима-Пресс, 2002. - 280 с.
19. ТУ-5745-001-16341648. Внутренняя цементно-песчаная антикоррозийная изоляция стальных трубопроводов водоснабжения и канализации наружным диаметром 76-2020 мм (или аналогичная документация, согласованная с МГП "Мосводоканал" в установленном порядке).
20. Правила по проведению ремонта (санации) внутренней поверхности трубопроводов полиэтиленовым рукавом по технологии "Феникс". (Разработаны ГУП "МосводоканалНИИпроект" и утверждены Генеральным директором "Пройсмос-Интернешнл" в 1997 г.)
21. Храменков С.В., Дрейцер В.Н., Плешков Л.В. Ремонт трубопроводов бестраншейным способом с помощью комбинированного рукава // Журнал "ВиСТ", 1998, N 7. - С.20-22.
22. Храменков С.В., Орлов В.А., Харькин В.А. Оптимизация восстановления водоотводящих сетей. - Стройиздат, 2002. - 160 с.
23. СП 40-102-2000. "Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования".

План размещения технологического оборудования
М 1:100

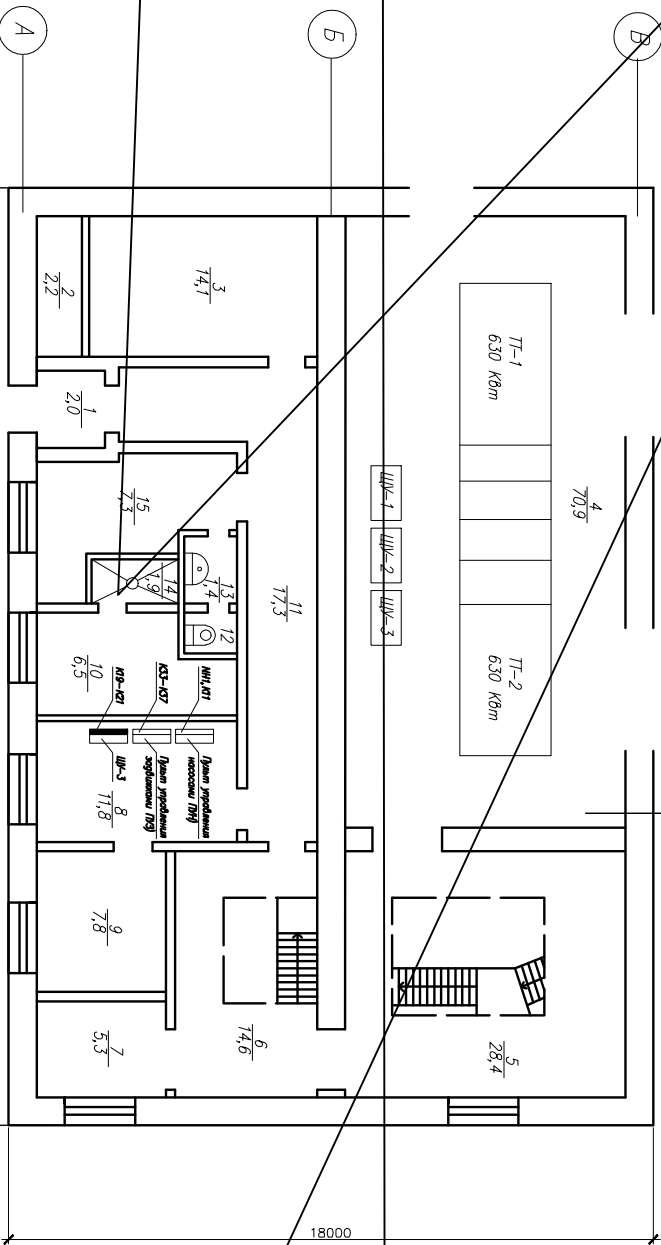


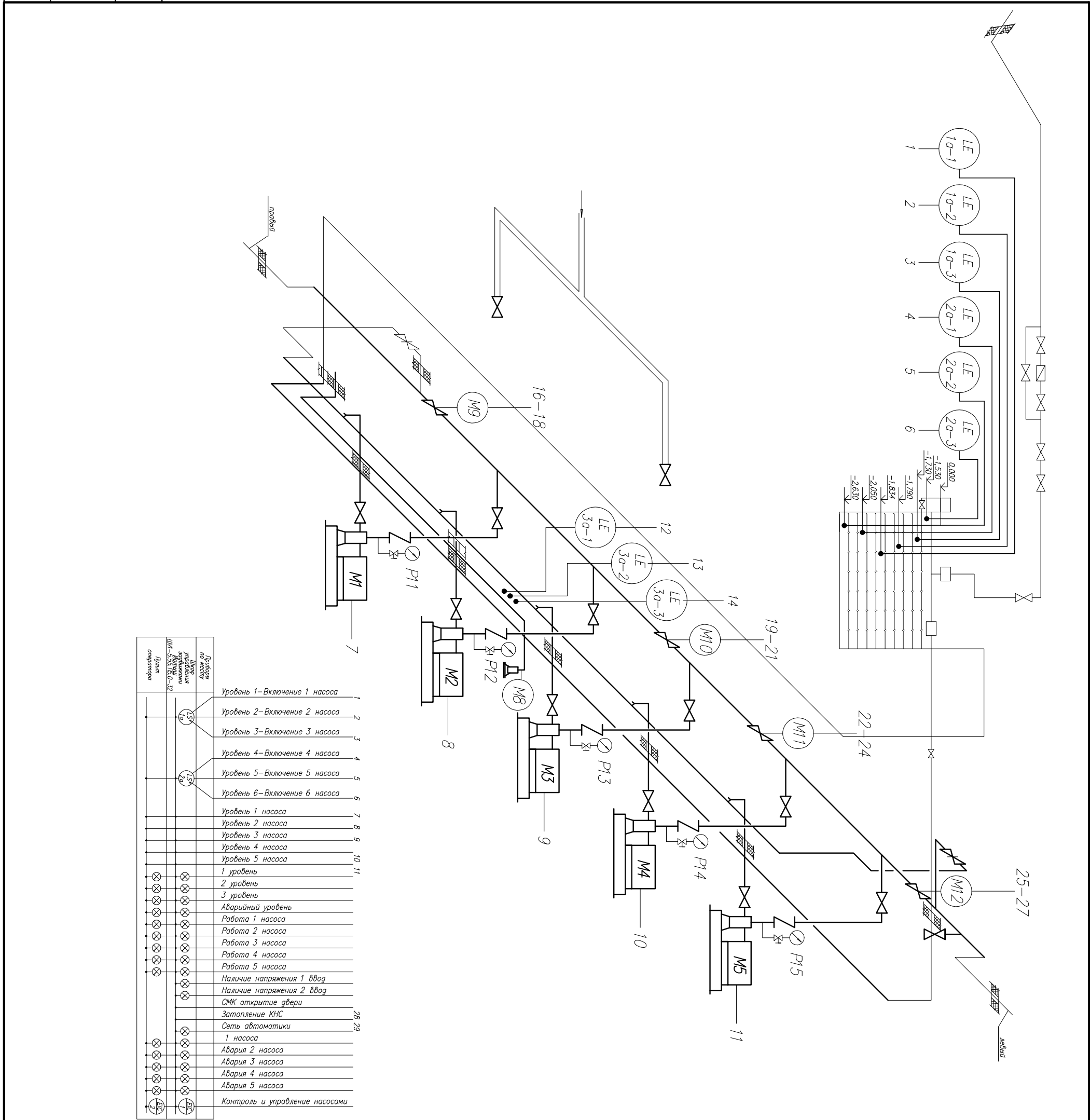
Разреш 1-1
M 1:100

[illegible][illegible]

| Экспликация помещений | | |
|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Помер цены | Наименование | Пло- щадь м ² чание |
| 1 | Тамбур | 2,0 |
| 2 | Венткамера | 2,2 |
| 3 | Калориферная | 14,1 |
| 4 | Электрощитовая | 70,9 |
| 5 | Рабочее помещение | 28,4 |
| 6 | Рабочее помещение | 14,6 |
| 7 | Кладовая | 5,3 |
| 8 | Пультовая | 7,3 |
| 9 | Рабочее помещение | 11,8 |
| 10 | Раздевальня | 6,5 |
| 11 | Коридор | 17,3 |
| 12 | Туалет | 1,0 |
| 13 | Умывальник | 1,4 |
| 14 | Душевая | 1,9 |
| 15 | Посреднее помещение | 7,3 |

План первого этажа после реконструкции





| Проброс по месту | Шкаф управления задвижками ШИМ-4.1(0.5-31.0A) | Уровень отсмотра |
|--------------------------------|---|------------------|
| Уровень 1-Включение 1 насоса | 1 | |
| Уровень 2-Включение 2 насоса | 2 | |
| Уровень 3-Включение 3 насоса | 3 | |
| Уровень 4-Включение 4 насоса | 4 | |
| Уровень 5-Включение 5 насоса | 5 | |
| Уровень 6-Включение 6 насоса | 6 | |
| Уровень 1 насоса | 7 | |
| Уровень 2 насоса | 8 | |
| Уровень 3 насоса | 9 | |
| Уровень 4 насоса | 10 | |
| Уровень 5 насоса | 11 | |
| 1 уровень | | |
| 2 уровень | | |
| 3 уровень | | |
| Аварийный уровень | | |
| Работа 1 насоса | | |
| Работа 2 насоса | | |
| Работа 3 насоса | | |
| Работа 4 насоса | | |
| Работа 5 насоса | | |
| Наличие напряжения 1 ввод | | |
| Наличие напряжения 2 ввод | | |
| СМК открытие двери | | |
| Затопление КНС | | |
| 28 | | |
| 29 | | |
| Сеть автоматики | | |
| 1 насоса | | |
| Авария 2 насоса | | |
| Авария 3 насоса | | |
| Авария 4 насоса | | |
| Авария 5 насоса | | |
| Контроль и управление насосами | | |

Перечень элементов

| Позиция обозначение | Наименование | Код | Примечание |
|---------------------|--|-----|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| M1-M5 | Фиксированный электро-насосный насос ОКЭ20-200-400/6, N=75 кВт | 5 | |
| M6 | Самосбрасывающий дренажный насос АНС 60, N=5,5 кВт | 1 | |
| M6-M12 | Электронасос Н-В-18, N=4,25 кВт | 5 | |
| P1-P15 | Манометр ПМ 510P/0,0...0,6 МПа/МД4,5,1,5 | 5 | |
| 1a-1 | Электрод L=1,834 м | 1 | |
| 1a-2 | Электрод L=1,790 м | 1 | |
| 1a-3 | Электрод L=1,730 м | 2 | |
| 2a-1 | Электрод L=2,050 м | 2 | |
| 2a-2 | Электрод L=2,630 м | 2 | |
| 2a-3 | Электрод L=1,530 м | 2 | |
| 3a-1 | Электрод L=0,35 м | 7 | |
| 3a-2 | Электрод L=0,25 м | 2 | |
| 3a-3 | Электрод L=0,10 м | 2 | |

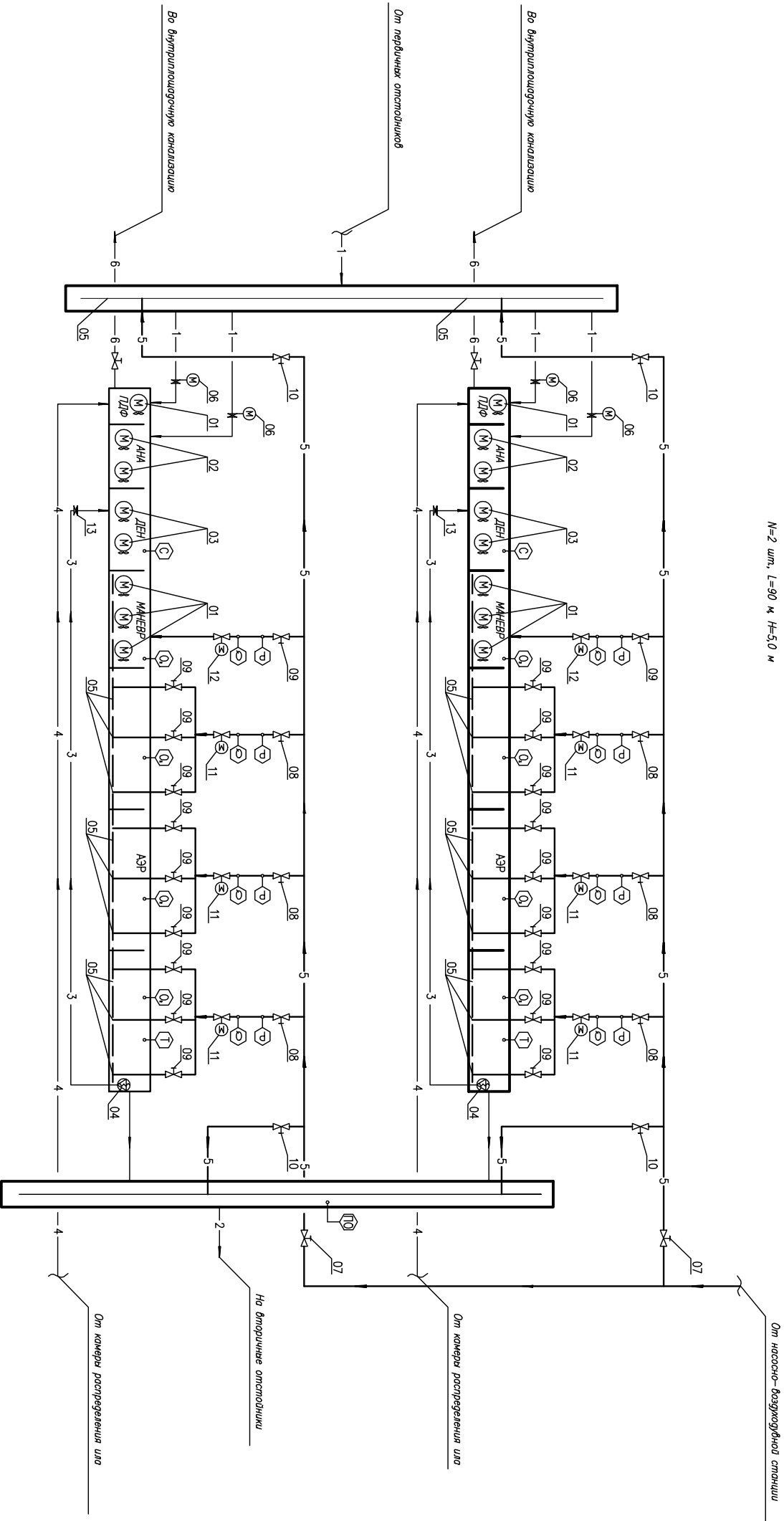
| Проброс по месту | Шкаф управления задвижками ШИМ-4.1(0.5-31.0A) |
|-----------------------------------|---|
| Уровень - Вкл. дренажного насоса | 12 |
| Уровень - Откл. дренажного насоса | 13 |
| Затопление КНС | 14 |
| Управление дренажным насосом | 15 |
| Сеть дренажного насоса | 29 |
| Работа дренажного насоса | |
| Авария дренажного насоса | |
| Затопление КНС | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| Управление магистральной задвижкой N'1 | | | | | | | | | | | |
| Магистральная задвижка N'1 открыта | | | | | | | | | | | |
| Магистральная задвижка N'1 закрыта | | | | | | | | | | | |
| Управление разделительной задвижкой N'1 | | | | | | | | | | | |
| Разделительная задвижка N'1 открыта | | | | | | | | | | | |
| Разделительная задвижка N'1 закрыта | | | | | | | | | | | |
| Управление разделительной задвижкой N'2 | | | | | | | | | | | |
| Разделительная задвижка N'2 открыта | | | | | | | | | | | |
| Разделительная задвижка N'2 закрыта | | | | | | | | | | | |
| Управление магистральной задвижкой N'2 | | | | | | | | | | | |
| Магистральная задвижка N'2 открыта | | | | | | | | | | | |
| Магистральная задвижка N'2 закрыта | | | | | | | | | | | |
| Магистральная задвижка N'1 открыта | | | | | | | | | | | |
| Магистральная задвижка N'1 закрыта | | | | | | | | | | | |
| Разделительная задвижка N'1 открыта | | | | | | | | | | | |
| Разделительная задвижка N'1 закрыта | | | | | | | | | | | |
| Управление разделительной задвижкой N'2 | | | | | | | | | | | |
| Разделительная задвижка N'2 открыта | | | | | | | | | | | |
| Магистральная задвижка N'1 открыта | | | | | | | | | | | |
| Магистральная задвижка N'1 закрыта | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| ФР 08.01.01.00.06-2018 | | | | | | | | | | | |
| Исполн. | Маска | Масштаб | | | | | | | | | |
| Дет. Кош. Испол. Испол. Проект. Испол. | Реконструкция системы водоотведения в Железнодорож | | | | | | | | | | |
| Рисов. Чертеж. ЕД | | | | | | | | | | | |
| Лист 3 | Лист 6 | | | | | | | | | | |
| И. дата | Введен. ЛР | Функциональная схема автоматизации КНС | | | | | | | | | |
| И. дата | Коррек. ЛР | Коррек. ИС.С.С. | | | | | | | | | |

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА АЭРОТЕНКА ГОС. ЖЕЛЕЗНОГОРСК

АЭРОТЕННИ
N=2 шт., L=90 м, H=5,0 м

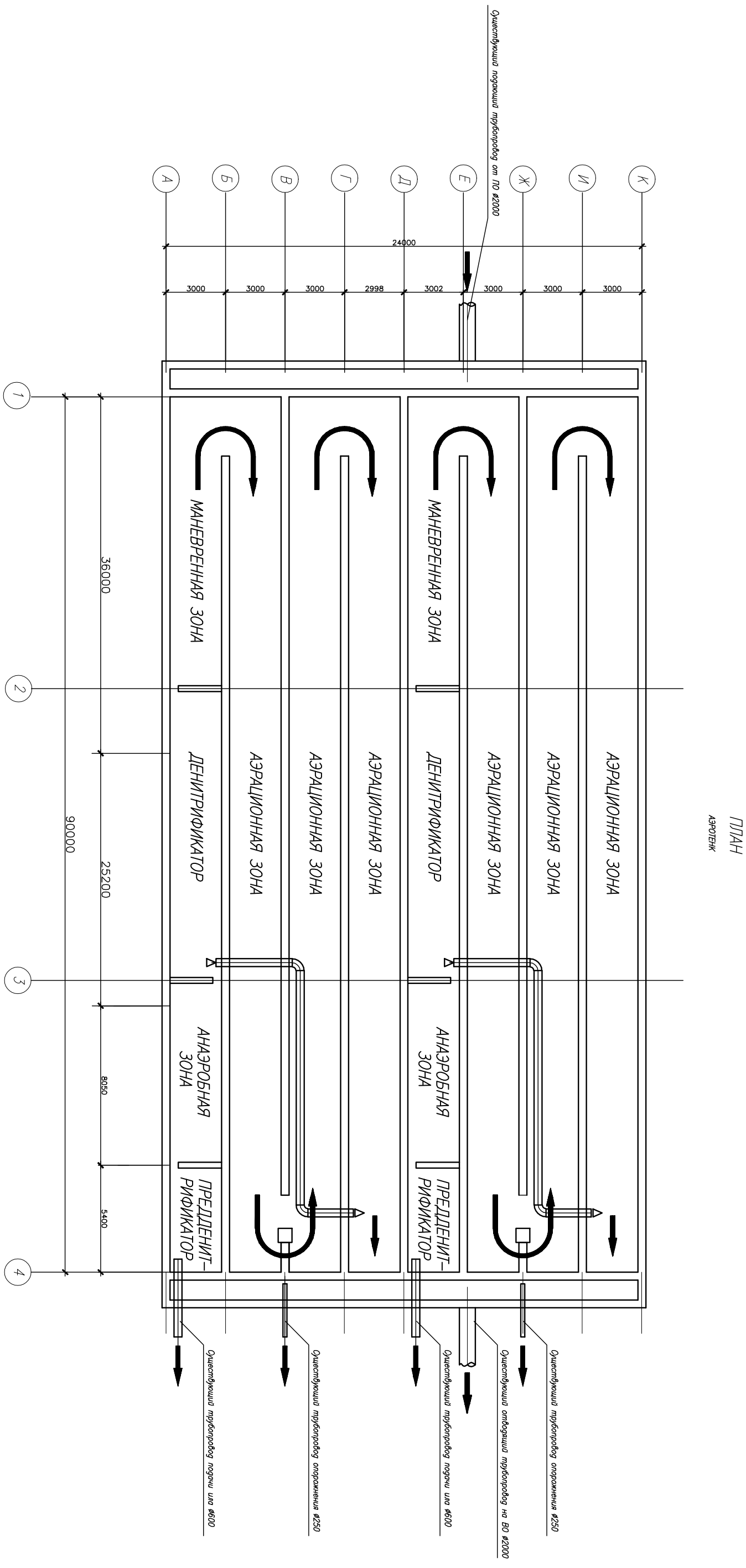


- Условные обозначения трубопроводов
- 1 — подвоз сточных вод от первичных отстойников в аэротенк
 - 2 — подводящий трубопровод ко вторичным отстойникам
 - 3 — трубопровод рециркуляции илплатов
 - 4 — трубопровод воздушного окислителя или воздухопровода
 - 5 — трубопровод опорожнения

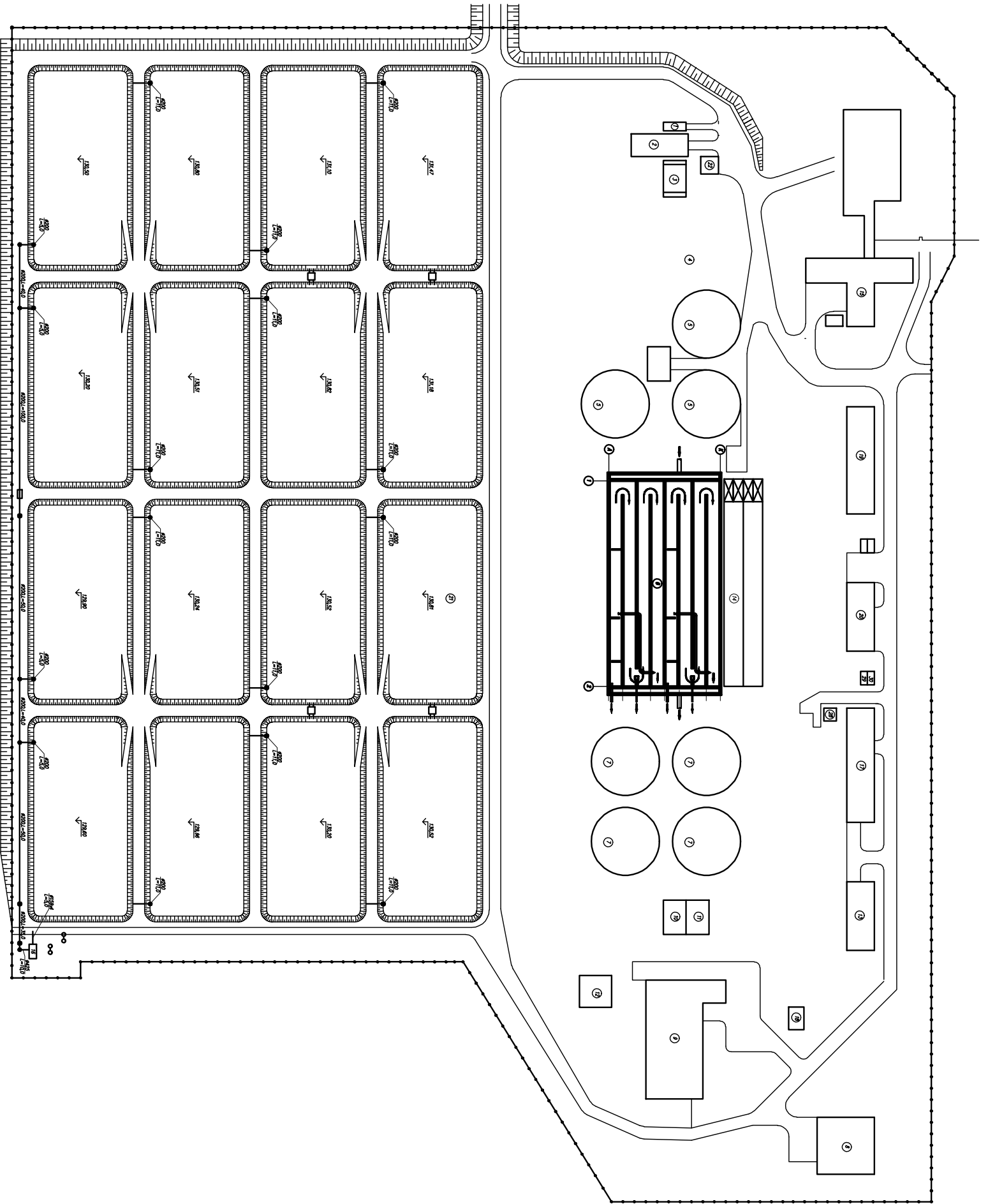
- Условные обозначения оборудования
- Измерительные приборы
 - 0 — Расход
 - P — Давление
 - C — Выведение вещества
 - T — Термометр
 - O — Кислород
 - П0 — Проболиторник
 - Забор с электроприводом
 - Забор с ручным приводом
 - Заборка с электроприводом
 - Обратный клапан запорнообратный
 - насос с частотным преобразователем
 - мешалка
 - электропривод

| Описание | | | Масса | | |
|------------------------------|--------------------------|--|-------|--------|--------|
| Поз | Обозначение | Наименование | Код | ед.изм | Примеч |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Технологическое оборудование | | | | | |
| 1 | Анотоды с 2928/06 | Мешалка КСВ Анотоды с 2928/06 ИОС | | | |
| | | с электрообогревом замешивания и | | | |
| 2 | Анотоды с 2925/06 | Мешалка КСВ Анотоды с 2925/06 ИОС | 8 | 54,0 | |
| | | с электрообогревом замешивания и | | | |
| 3 | Анотоды с 3738/06 | Мешалка КСВ Анотоды с 3738/06 ИОС | 4 | 54,0 | |
| | | с электрообогревом замешивания и | | | |
| 4 | Анотоды с 400-502/54 ИОС | Циркуляционный насос КСВ Анотоды | 4 | 91,0 | |
| | | 400-502/54 ИОС с электрообогревом | | | |
| 5 | | Замешивание | 2 | 229,0 | |
| 6 | ВН-1 | Автоматическая система очистки + канализация | 2 | КОМПА | |
| 7 | АНТ ДИ400 РИ10 | Заслонка подбора | 2 | | |
| 8 | АНТ ДИ250 РИ10 | Заслонка подбора | 6 | | |
| 9 | АНТ ДИ150 РИ10 | Заслонка подбора | 20 | | |
| 10 | АНТ ДИ80 РИ10 | Заслонка подбора | 4 | | |
| 11 | КС-150-1/ХС | Светильник лампы РНМВ РИ10 | 6 | | |
| 12 | КС-100-1/ХС | Светильник лампы РНМВ РИ10 | 2 | | |
| 13 | АНТ-ГС-Г | Обратный клапан фланцевый | 2 | | |
| 14 | АНТ-П-10-0400-050-0 | Компактор стальной сварной | 2 | 63,0 | |
| 15 | АНТ-П-10-0200-050-0 | Компактор стальной сварной | 4 | 21,0 | |
| 16 | ДН 17457 | Труба 4508,0x4,0 | 78 | 50,4 | |
| 17 | ДН 17457 | Труба 4406,4x4,2 | 36 | 32,3 | |
| 18 | ДН 17457 | Труба 4355,6x4,2 | 12 | 28,2 | |
| 19 | ДН 17457 | Труба 4233,0x4,0 | 12 | 24,11 | |
| 20 | ДН 17457 | Труба 4213,0x4,0 | 132 | 20,28 | |
| 21 | ДН 17457 | Труба 4219,1x4,0 | 204 | 16,23 | |
| 22 | ДН 17457 | Труба 4168,3x4,0 | 318 | 12,42 | |
| 23 | ДН 17457 | Труба 4143,3x4,0 | 6 | 8,36 | |
| 24 | ДН 17457 | Труба 4088,9x4,0 | 48 | 4,35 | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|-----------|--|-------|--|----------|--|--|
| БР 08.01.01.00.06-2018 | | | | | | | | | |
| | | | Итого | | Масса | | Контроль | | |
| Реконструкция системы водоснабжения г. Железногорск | | | | | | | | | |
| Лист 4 | | | Лист 6 | | | | | | |
| И. автор | | | Проект ЛР | | | | | | |
| И. автор | | | Корпус ЛР | | | | | | |

[illegible]

Ситуационный план ГОС г. Железнодорожск



Экспликация зданий и сооружений

| № п/п | Наименование объекта | Примечание |
|-------|---|------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Прямая камера | |
| 2 | Здание решеток | |
| 3 | Аэрируемая пескоструйка | |
| 4 | Лоток Вентури | |
| 5 | Первичные отстойники | |
| 6 | Аэротенк | реконструированы |
| 7 | Вторичные отстойники | |
| 8 | Станция УФ-обеззараживания | |
| 9 | Фильтры доочистки стоков | |
| 10 | Прямой резервуар | |
| 11 | Резервуар грязной промывной воды | |
| 12 | Резервуар промывной воды | |
| 14 | Аэробный микрореактор | |
| 15 | Корпус обезжиривания осадка | |
| 16 | Насосная станция иловой воды | |
| 18 | Насосно-воздуходувная станция | |
| 19 | Блок производственных и бытовых помещений | |
| 20 | Гараж с ремонтными мастерскими | |
| 21 | Аварийные иловые площадки | |
| 22 | Установка для обезжиривания песка | |
| 27 | Открытое распределительное устройство | |
| 28 | Резервуар избыточного активного ила | |
| 29 | Резервуар технической воды | |
| 30 | Резервуар отстойной и иловой воды | |
| 31 | Резервуар минерализованной смеси | |

| | | | |
|------|---|------|---------|
| Изм. | № | Дата | Внесено |
| 1 | 1 | 2016 | 01.06 |

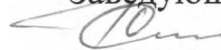
| | | | | | | | | | |
|---|----|------|---------|---------|----|------|---------|---------|----|
| ЭР 08.01.01.00.06-2016 | | | | | | | | | |
| Реконструкция системы водоснабжения г. Железнодорожск | | | | | | | | | |
| Изм. | № | Дата | Внесено | Исполн. | № | Дата | Внесено | Исполн. | № |
| 1 | 1 | 2016 | 01.06 | 1 | 1 | 2016 | 01.06 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2016 | 01.06 | 2 | 2 | 2016 | 01.06 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 2016 | 01.06 | 3 | 3 | 2016 | 01.06 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 2016 | 01.06 | 4 | 4 | 2016 | 01.06 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 2016 | 01.06 | 5 | 5 | 2016 | 01.06 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | 2016 | 01.06 | 6 | 6 | 2016 | 01.06 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 2016 | 01.06 | 7 | 7 | 2016 | 01.06 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 2016 | 01.06 | 8 | 8 | 2016 | 01.06 | 8 | 8 |
| 9 | 9 | 2016 | 01.06 | 9 | 9 | 2016 | 01.06 | 9 | 9 |
| 10 | 10 | 2016 | 01.06 | 10 | 10 | 2016 | 01.06 | 10 | 10 |
| 11 | 11 | 2016 | 01.06 | 11 | 11 | 2016 | 01.06 | 11 | 11 |
| 12 | 12 | 2016 | 01.06 | 12 | 12 | 2016 | 01.06 | 12 | 12 |
| 13 | 13 | 2016 | 01.06 | 13 | 13 | 2016 | 01.06 | 13 | 13 |
| 14 | 14 | 2016 | 01.06 | 14 | 14 | 2016 | 01.06 | 14 | 14 |
| 15 | 15 | 2016 | 01.06 | 15 | 15 | 2016 | 01.06 | 15 | 15 |
| 16 | 16 | 2016 | 01.06 | 16 | 16 | 2016 | 01.06 | 16 | 16 |
| 17 | 17 | 2016 | 01.06 | 17 | 17 | 2016 | 01.06 | 17 | 17 |
| 18 | 18 | 2016 | 01.06 | 18 | 18 | 2016 | 01.06 | 18 | 18 |
| 19 | 19 | 2016 | 01.06 | 19 | 19 | 2016 | 01.06 | 19 | 19 |
| 20 | 20 | 2016 | 01.06 | 20 | 20 | 2016 | 01.06 | 20 | 20 |
| 21 | 21 | 2016 | 01.06 | 21 | 21 | 2016 | 01.06 | 21 | 21 |
| 22 | 22 | 2016 | 01.06 | 22 | 22 | 2016 | 01.06 | 22 | 22 |
| 23 | 23 | 2016 | 01.06 | 23 | 23 | 2016 | 01.06 | 23 | 23 |
| 24 | 24 | 2016 | 01.06 | 24 | 24 | 2016 | 01.06 | 24 | 24 |
| 25 | 25 | 2016 | 01.06 | 25 | 25 | 2016 | 01.06 | 25 | 25 |
| 26 | 26 | 2016 | 01.06 | 26 | 26 | 2016 | 01.06 | 26 | 26 |
| 27 | 27 | 2016 | 01.06 | 27 | 27 | 2016 | 01.06 | 27 | 27 |
| 28 | 28 | 2016 | 01.06 | 28 | 28 | 2016 | 01.06 | 28 | 28 |
| 29 | 29 | 2016 | 01.06 | 29 | 29 | 2016 | 01.06 | 29 | 29 |
| 30 | 30 | 2016 | 01.06 | 30 | 30 | 2016 | 01.06 | 30 | 30 |
| 31 | 31 | 2016 | 01.06 | 31 | 31 | 2016 | 01.06 | 31 | 31 |

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Г.В. Сакаш

подпись инициалы, фамилия

« 11 » 06 2018 г.

БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Реконструкция системы водоотведения г. Железногорск

Пояснительная записка

Руководитель



подпись, дата

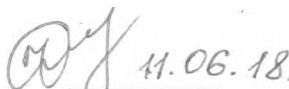
доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Л.В. Приймак

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

Е.К. Черепова

инициалы, фамилия

Красноярск 2018